

박사학위논문

자동차 부품제조업에서의 중량물
취급 사고의 특성 및 위험성 분석

2018년

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 경 영 공 학 과

안 전 및 인 간 공 학 전 공

양 승 태

박사학위논문
지도교수 정병용

자동차 부품제조업에서의 중량물 취급 사고의 특성 및 위험성 분석

Characteristics and Risk Analysis of Manual Material
Handling Injuries in the Automobile Parts
Manufacturing Industry

2017년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 경 영 공 학 과

안전및인간공학전공

양 승 태

박사학위논문
지도교수 정병용

자동차 부품제조업에서의 중량물 취급 사고의 특성 및 위험성 분석

Characteristics and Risk Analysis of Manual Material
Handling Injuries in the Automobile Parts
Manufacturing Industry

위 논문을 공학 박사학위 논문으로 제출함

2017년 12월 일

한 성 대 학 교 대 학 원

산 업 경 영 공 학 과

안 전 및 인 간 공 학 전 공

양 승 태

국 문 초 록

자동차 부품제조업에서의 중량물 취급 사고의 특성 및 위험성 분석

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

본 연구는 자동차 부품제조업 종사자의 중량물 취급사고의 특성을 분석하고 이해함과 동시에 근골격계질환 예방뿐만 아니라 사고 예방관점에서의 주요 위험요인을 파악하여 사업장에서 위험요인을 집중적으로 관리할 수 있는 Risk Matrix를 개발하고 중량물 사고 예방을 위한 가이드라인을 제시하는데 목적이 있다.

본 연구는 2015년 자동차부품 제조업에서 발생한 산업 재해자(1,530명)를 대상으로 중량물 사고 특성을 분석하고자 한다. 중량물과 비중량물 취급사고 특성 분석은 전체 산업 재해자 1,530명을 대상으로 중량물 취급유무에 따른 재해자의 특성과 재해특성을 분석한다. 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 분석은 전체 산업 재해자 1,530명 중 중량물 사고 재해자 271명 대상으로 중량물 취급유형 및 형태에 따른 재해자의 특성, 재해특성을 분석한다. 또한, 자동차 부품제조 공정별 세부 작업내용을 분류하고, 이를 기반으로 재해

발생의 빈도와 강도 특성을 분석하여 중량물 취급작업에 대한 위험성 평가를 실시하고자 한다. 마지막으로 중량물 사고 특성 분석결과와 위험성 평가 결과를 토대로 자동차 부품제조업에서의 중량물 취급사고 예방 가이드라인을 제시하고자 한다.

연구결과, 중량물 취급유무에 따라 연령별, 근속기간별, 회사규모별, 사고 발생형태별, 사고 기인물별, 상해부위별, 상해종류별, 상해기관별, 사고 공정별로 차이가 있는 것으로 나타났고 중량물 취급유형 및 형태에 따라 회사규모별, 사고 공정별, 사고 발생형태별, 사고 기인물별, 상해부위별, 상해정도별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

중량물 취급작업에 대한 위험성평가 결과 고 위험군에 해당되는 공정은 물류공정과 성형공정으로 나타났으며 사고가 많이 발생한 기인물은 설비/기계, 금형(지그), 제품/부품/재료로 나타났다. 또한 많이 발생하는 사고유형으로는 끼임/맞음/부딪힘 사고로 나타났다.

중량물 사고 특성 분석과 위험성 평가 결과를 종합하면 중량물 사고를 예방하기 위해서는 들기/내리기, 인력운반 중 발생하는 작업관련질병(요통 등 근골격계질환) 예방 대책이 필요하며 성형/가공/조립공정과 물류공정에서 발생하는 끼임/맞음/부딪힘 사고 예방 대책이 필요한 것으로 나타났다. 본 연구에서는 요통 등 근골격계질환 예방을 위해 준비 단계, 들기 단계, 운반 단계에서의 요통 등 근골격계질환 예방 가이드라인을 제시하였을 뿐만 아니라 끼임/맞음/부딪힘 등 그 밖의 사고에 대한 예방 가이드라인도 함께 제시하였다.

본 연구는 자동차 부품제조업에서 중량물 사고예방 정책과 사업장 안전보건계획 수립 및 작업환경개선 활동에 활용될 수 있다. 위험성평가 결과인 Risk Matrix는 자동차 부품제조업 종사자들에게 공정별 중량물 사고의 위험성을 주지시키는데 활용될 수 있으며 사업장에서 중량물 취급사고 예방 가이드라인과 함께 효과적인 재해예방 대책을 수립하는데 활용될 수 있다

【주요어】 자동차 부품제조업, 중량물 취급, 중량물 취급 사고, 산업재해, 재해특성, 위험성 평가, 가이드라인

목 차

I. 서론.....	1
1.1 연구의 배경 및 목적.....	1
1.2 논문의 구성.....	3
1.3 선행연구 및 이론적 고찰.....	5
II. 연구내용 및 방법.....	10
2.1 자료 수집.....	10
2.2 연구변수와 정의.....	10
2.3 자료 분석.....	15
III. 중량물 사고특성 분석.....	16
3.1 중량물과 비중량물 취급사고 특성 비교.....	16
3.2 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 비교.....	29
IV. 중량물 작업의 위험성 평가.....	55
4.1 연구방법.....	55
4.2 자동차 부품 제조공정의 위험성 평가.....	57
4.3 중량물 취급작업의 위험성 평가.....	59
V. 중량물 취급사고 예방 가이드라인.....	64
5.1 요통 등 근골격계질환 예방 가이드라인.....	65
5.2 끼임 재해 예방 가이드라인.....	71
5.3 맞음/부딪힘 재해 예방 가이드라인.....	76
VI. 결론 및 검토.....	78
6.1 연구결과 요약.....	78
6.2 연구의 한계 및 시사점.....	82

참 고 문 헌	83
---------------	----

ABSTRACT	94
----------------	----

표 목 차

〈표 1-1〉 논문의 구성	4
〈표 2-1〉 연구의 조사항목 및 연구변수	11
〈표 3-1〉 사고자와 질병자의 상해정도의 분포	16
〈표 3-2〉 연령별 재해자 분포	17
〈표 3-3〉 근속기간별 재해자 분포	18
〈표 3-4〉 회사규모별 재해자 분포	19
〈표 3-5〉 고용형태별 재해자 분포	20
〈표 3-6〉 사고 발생형태별 재해자 분포	21
〈표 3-7〉 기인물별 재해자 분포	22
〈표 3-8〉 요일별 재해자 분포	23
〈표 3-9〉 사고시간대별 재해자 분포	23
〈표 3-10〉 상해부위별 재해자 분포	24
〈표 3-11〉 상해종류별 재해자 분포	26
〈표 3-12〉 상해기관별 재해자 분포	27
〈표 3-13〉 사고 공정별 재해자 분포	28
〈표 3-14〉 중량물 사고의 전체특성	30
〈표 3-15〉 중량물 취급유형에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포 ..	31
〈표 3-16〉 중량물 형태에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포	32
〈표 3-17〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 연령대 분포	33
〈표 3-18〉 중량물 형태에 따른 재해자의 연령대 분포	34
〈표 3-19〉 중량물 취급유형에 다른 재해자의 근속기간 분포	35
〈표 3-20〉 중량물 형태에 따른 재해자의 근속기간 분포	36
〈표 3-21〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 회사규모 분포	37
〈표 3-22〉 중량물 형태에 따른 재해자의 회사규모 분포	38
〈표 3-23〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 사고공정 분포	39
〈표 3-24〉 중량물 형태에 따른 재해자의 사고공정 분포	40
〈표 3-25〉 중량물 취급유형에 따른 사고 발생시간 분포	41
〈표 3-26〉 중량물 형태에 따른 사고 발생시간 분포	42

〈표 3-27〉 중량물 취급유형에 따른 사고발생형태 분포	43
〈표 3-28〉 중량물 형태에 따른 사고발생형태 분포	44
〈표 3-29〉 중량물 취급유형에 따른 사고 기인물 분포	45
〈표 3-30〉 중량물 형태에 따른 사고 기인물 분포	46
〈표 3-31〉 중량물 취급유형에 따른 상해부위 분포	47
〈표 3-32〉 중량물 형태에 따른 상해부위 분포	48
〈표 3-33〉 중량물 취급유형에 따른 상해종류 분포	49
〈표 3-34〉 중량물 형태에 따른 상해종류 분포	50
〈표 3-35〉 중량물 취급유형에 따른 상해기관 분포	51
〈표 3-36〉 중량물 형태에 따른 상해기관 분포	52
〈표 3-37〉 중량물 취급유형에 따른 근로손실일수 분포	53
〈표 3-38〉 중량물 형태에 따른 근로손실일수 분포	54
〈표 4-1〉 사고 빈도 및 심각도 위험수준의 정의와 분류	56
〈표 4-2〉 자동차 부품 제조공정별 위험관리	57
〈표 4-3〉 자동차 부품 제조공정에 대한 Risk Matrix	58
〈표 4-4〉 중량물 취급작업에 대한 공정별 위험관리	59
〈표 4-5〉 중량물 취급작업에 대한 공정별 Risk Matrix	60
〈표 4-6〉 중량물 취급유형에 대한 공정별 위험관리	61
〈표 4-7〉 중량물 취급유형에 대한 공정별 Risk Matrix	62
〈표 5-1〉 상지와 하지의 자세에 의한 3번 요추에 걸리는 부하	67
〈표 5-2〉 들기 빈도에 따른 최대허용무게(단위, kg)	68
〈표 5-3〉 프레스 협착 사고에 대한 위험요인과 개선대책	72
〈표 5-4〉 성형설비 협착사고에 대한 위험요인과 개선대책	73
〈표 5-5〉 회전체 협착사고에 대한 위험요인과 개선대책	74
〈표 5-6〉 지게차 협착사고에 대한 위험요인과 개선대책	75
〈표 5-7〉 맞음/부딪힘 사고에 대한 위험요인과 개선대책	76

I. 서론

1.1 연구의 배경 및 목적

한국의 자동차 산업은 선진국에 비해 역사는 짧지만 각고의 노력으로 품질과 기술력에서 글로벌 브랜드로 비약적인 발전을 하였고 국가 신인도와 경제력에 상당한 부분을 차지하고 있다(이관현, 2014). 한국의 자동차 산업은 1962년 단순조립산업으로 출발하였고 현재 해외시장에서 가장 잘 알려진 한국의 대표적 산업이며(홍승수, 2001) 한국의 미래를 이끌어 갈 주도적 산업이라고 할 수 있다(조상룡, 2007).

한국은 2017년 현재 세계 6위의 자동차 생산국에 올라서 있다. 현대, 기아차 등 국내자동차회사들은 초일류기업으로 도약하기 위해 품질 고급화를 추진하고 있다. 특히, 현대차는 독일의 벤츠, BMW 등과 어깨를 나란히 하는 자동차 브랜드를 육성하겠다는 전략으로 2015년부터 고급차 브랜드 ‘제네시스’를 시장에 선보이고 있다. 그 결과, 제네시스가 미국 시장에 진출한 첫째 미국의 시장조사업체 JD파워가 선정하는 ‘2017 신차품질조사(IQS)’에서 전체 2위에 오르는 기염을 토하고 있다. 이러한 한국 자동차 산업의 도약상에 비하면, 한국 자동차 부품산업은 그 중요도나 주목도에서 매우 미흡한 취급을 받고 있는 것이 현실이며 이에 반해 자동차 강국으로 불리는 미국, 일본, 독일 등을 살펴보면 GM, 도요타, 폭스바겐 등 세계적인 자동차업체 뿐만 아니라 델파이, 덴소, 보쉬 등 세계적인 자동차 부품업체들과 함께 활동하고 있다(김필선, 2008).

현재 세계의 자동차업체는 급격한 구조변화를 맞이하고 있다. 지금까지 생산해왔던 화석연료(휘발유, 경유 등) 자동차들은 점차 입지가 좁아지고 있고 하이브리드차, 전기차, 수소차 등 친환경자동차로 패러다임이 변화하고 있다. 이와 같은 변화에 적극 대처하지 못할 경우 세계 자동차시장에서 도태될 수밖에 없는 상황이며 일류 자동차업체들의 경우 이러한 상황을 인식하여 부품 협력업체들과 함께 1990년대부터 하이브리드전기자동차의 개발 등 자동차산업의 패러다임변화에 대비한 본격적인 준비를 하고 있다(조범동, 2008).

앞에서 제시한 사례와 같이 향후 세계의 우수한 자동차 업체들과의 치열한 경쟁 속에서 살아남아 한국 자동차 산업이 경쟁력을 갖기 위해서는 완성차업체의 성공 이상으로 자동차 부품업체의 성공과 발전이 필요하다(김필선, 2008). 이는 자동차부품 수준이 곧 완성자동차의 수준을 결정하기 때문이다(김복중, 2017).

자동차 부품제조업은 자동차산업의 경쟁력을 결정하는 기반산업이며 자동차 1대가 완성되기 위해서는 2만 7천여 개가 넘는 각종 부품이 필요하고, 자동차 부품은 완성차 제조원가의 70%이상을 차지한다(정문주, 2008). 각종 부품은 철강 · 기계 · 전자 · 섬유 · 화학 등 부품 소재로 이루어져 있다(김정화, 2009). 국내의 자동차 부품산업은 약 190억 달러의 규모를 이루고 있으며 이는 세계 자동차 부품시장의 약 2%정도를 차지한다(이영팔, 2017).

자동차 부품제조업은 부품의 재질에 따라 각기 다른 형태를 취하고 있는데 기계부품 업종, 철판부품 업종, 내외장재 부품 업종, 전기 · 전자부품 업종, 고무부품 업종 등으로 크게 세분화 할 수 있다 기계부품 업종의 경우 조형, 주물, 탈사, 면취, NC가공, 사상, 금형조립, 검사 등의 공정이 있으며 철판부품 업종의 경우 성형(프레스, 연마 등), 세척, 도장, 건조, 조립, 절단, 검사 등의 공정이 있다. 고무부품업종의 경우 원료투입, 사출(성형), 절단, 본딩, 조립, 검사 공정 등이 있으며 내 · 외장재 부품 업종은 발포(성형), 재단, 연마, 본딩, 조립, 검사, 세척, 검사, 포장 공정 등이 있으며 전기 · 전자부품 업종의 경우 조립, 검사, 포장 공정 등이 있다(박성준, 2004).

통계청 자료에 따르면 2015년 전체 제조업체의 종사자는 2,946,796명이며 이중 자동차 부품 제조업의 종사자는 252,252명(8.5%)으로 나타났다(통계청, 2015). 전체 자동차 부품제조업체의 비율을 보면 대기업 23.1%, 중소기업 76.9%로 나타났다(이영팔, 2017). 자동차 산업구조에서 부품업체는 90%이상을 차지하고 있지만 극히 일부 중견기업을 제외한 대부분의 기업들은 매우 열악한 대내외 환경에 있는 형편이다(장태관, 2005).

2015년 산업재해현황에 따르면 자동차부품제조업이 포함된 수송용기계기구제조업의 사업장수는 13,322개소이며 재해자는 2,692명 발생하였다. 이중 자동차 부품제조업 종사자가 1,609명으로 수송용기계기구제조업 재해자의

59.7%에 해당된다(KOSIS, 2015). 미국의 경우에는 수송용기계기구제조업에서 총 17,150건의 산업재해가 발생하였으며 이 중 자동차부품제조업에서는 5,510건이 발생하여 32.1%를 차지하고 있다(BLS, 2015).

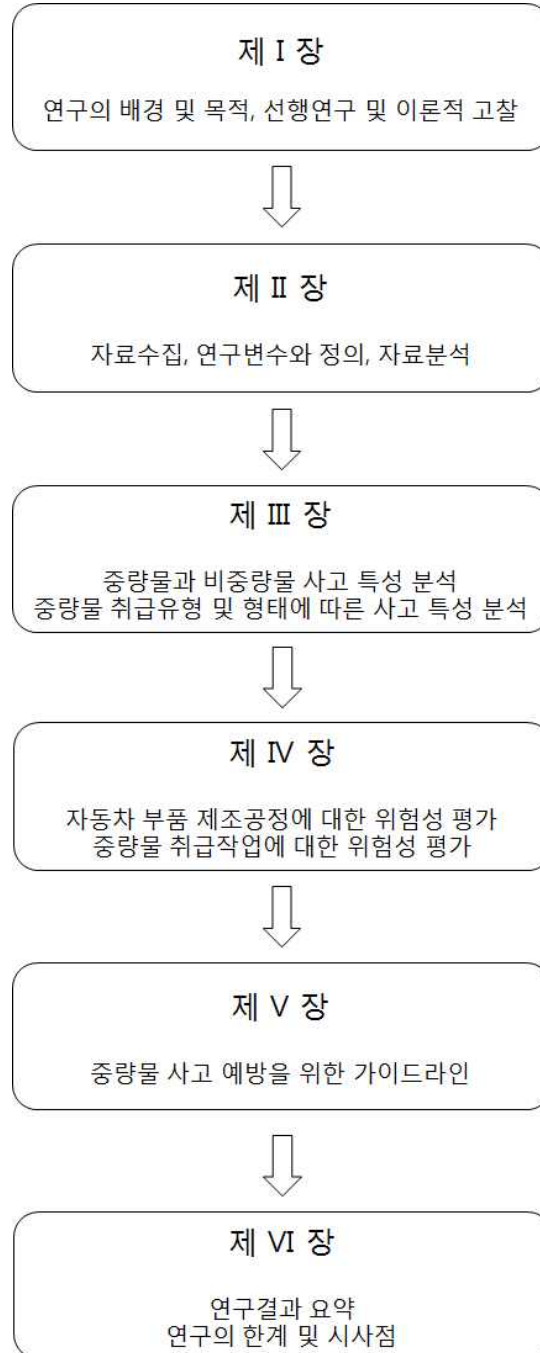
본 연구는 자동차 부품제조업에 종사하는 기업들이 대부분 중소기업으로 규모가 작고 영세하여 자동화가 되어 있지 않아 인력운반 등 중량물 취급작업에서 사고가 많이 발생될 것이라고 예상하고 시작되었다. 현재 자동차부품제조업에서 요통 발생 및 작업 중 신체부담을 느끼는 중량물 취급작업에 대한 선행 연구들은 어느 정도 진행되고 있다. 하지만, 중량물 취급작업 중 발생하는 그 밖의 사고에 대한 연구는 국내에서 부족한 실정이다.

본 연구는 자동차 부품제조업 종사자의 중량물 취급사고의 특성을 분석하고 이해함과 동시에 근골격계질환 예방뿐만 아니라 사고 예방관점에서의 주요 위험요인을 파악하여 사업장에서 위험요인을 집중적으로 관리할 수 있는 Risk Matrix를 개발하고 중량물 사고 예방을 위한 가이드라인을 제시하는데 목적이 있다.

1.2 논문의 구성

본 논문의 구성은 <표 1-1>과 같다. 제 I 장에서는 연구의 배경 및 목적, 논문의 구성 그리고 선행연구 및 이론적 고찰에 대하여 설명하며, 제 II 장에서는 자료수집, 연구변수와 정의, 자료 분석에 대하여 설명한다. 제 III 장에서는 중량물과 비중량물 사고의 특성과 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성을 분석하고 연구결과를 설명한다. 제 IV 장에서는 자동차 부품 제조공정에 대한 위험성 평가와 중량물 취급작업에 대한 위험성평가를 통하여 주요 위험요인을 Risk Matrix화하여 연구결과를 설명한다. 제 V 장에서는 제 III 장과 제 IV 장에서 나타난 주요 위험요인에 대한 예방 가이드라인을 제시한다. 제 VI 장에서는 연구결과를 종합적으로 분석 및 검토하고 본 연구 결과의 제약사항과 시사점을 설명한다.

〈표 1-1〉 논문의 구성



1.3 선행연구 및 이론적 고찰

1.3.1 산업재해와 산업재해분석

산업재해의 정의를 살펴보면 국제노동기구(ILO: International Labor Organization)에서는 “근로자가 물체 또는 물질, 혹은 타인과 접촉하는 등의 작업동작을 함으로서 유발되는 신체장해”이라고 하였고(고대석 외, 1997) 우리나라의 산업안전보건법에서는 “근로자가 업무에 관계되는 건설물, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업, 기타업무에 기인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 이완되는 것을 말한다.”라고 하고 있다(유병서, 1999). 하인리히(Heinrich)와 피터슨(Peterson), 루스(Roos) 등은 “물체, 사람 또는 방사전의 작용이나 반작용에 의해서 사람에게 상해를 입히거나 입힐 가능성을 야기하는 예상치 못한 통제할 수 없는 사건”이라고 정의하여 인간에게 미치는 피해의 중요성을 강조하였고, 하돈(Haddon)과 슈크만(Suchman), 클라인(Klein) 등은 “생물체 또는 무생물체에 물리적, 화학적 손상을 주는 예상치 못한 사건의 발생”이라고 정의하여 반드시 인간에게만 국한된 것이 아님을 강조하였다. 그리고 드림머(DeReamer)는 “활동이나 작용을 중단시키는 계획 · 통제되지 않은 옳지 않은 사건”이라고 정의하였다(이상준, 2017).

부상과 질병은 생리학적인 역치 이상의 에너지에 대한 과다노출로부터 기인하는 신체적 병변을 의미한다(ICECI, 2004). 직업성 부상은 급성적인 것과 만성적인 것으로 구분할 수 있는데, 육체에 대한 갑작스런 에너지의 전달에 의한 부상을 외상성 손상이라고 하며, 반복적 움직임이나 무리한 동작 등의 만성적 노출에 의한 부상을 누적외상성 질환이라고 한다(김양래, 2016). 사고와 부상은 밀접하게 관련되어 있으며, 동의어가 아님에도 불구하고 동의어처럼 사용된다(Langley, 1988). 모든 사고가 육체적 부상을 필수적으로 야기하는 것은 아니지만, 모든 부상은 사고라고 할 수 있는 사건의 결과이다(Khanzode et al., 2012).

산업재해분석이란 일정한 기간 동안 발생한 각종 재해의 자료를 수집하고 정리 · 요약하는 과정과 산업재해 예방 목적을 위한 의사 결정에 도움을 주기

위해 수집된 자료를 분석하는 과정을 말한다(유병서, 1999). 산업재해 통계는 국가의 안전정책과 사업장의 산업안전관리계획을 수립함에 있어 기초 자료가 될 뿐만 아니라, 목표 설정에 핵심적인 기초가 되므로 매우 중요하다(유병서, 1999). 산업재해분석을 통하여 재해예방대책을 수립하기 위한 노력의 결과 체계적인 재해예방대책 수립에 많은 성과가 있었다(Jeong, 1997). 하지만 다양한 일을 하는 작업자들이 모인 산업별 재해분석을 통한 일반적인 재해예방대책(Lee and Jeong, 2009; Jeong, 1999; Jeong, 1998)보다는 작업자들이 종사하고 있는 직종의 특성을 고려하여 이에 적합한 체계적인 재해예방대책을 수립하기 위하여 동일한 직종에 종사하는 작업자들을 대상으로 하는 직종별 재해특성을 분석하는 것이 필요하다. 직종별로는 주차관리, 케이블가설작업, 배달작업 등에 대한 연구가 수행되었다(Byun et al., 2017; Jeong and Park, 2017; Kim, Jeong and Park, 2016; Kim, Park and Jeong, 2016; Lee, 2012; Park et al., 2015; Park and Jeong, 2016).

자동차 부품제조업에 대한 산업재해 관련 국내 선행연구들은 주로 근골격계질환(Jang et al., 2008; Yang and Cho, 2007; Mok et al., 2013), 직무스트레스(Kim and Kim, 2014) 등에 관한 것이다. Kim et al. (2009)은 연령, 성별, 근속기간 등 작업자 특성 분석 및 반복작업, 중량물 취급, 부자연스런 자세 등의 주요 유해요인 분석 그리고 통증호소율 등을 분석하여 작업자들이 어깨, 허리, 목 순서로 통증을 호소하고, 공정의 주요 유해요인은 불편한 자세, 중량물 취급, 반복작업 순서로 나타난다고 밝혔다.

1.3.2 위험성평가

위험성 평가란 해당 사업장의 사업주와 근로자간의 긴밀한 협력에 의해 사업장 전체의 공정에 대해 반복적으로 유해 위험요인에 대한 상황을 파악하고 이를 평가하여 관리 개선해 나가는 것으로 산업안전보건제도를 기존의 정부 주도형, 공급자 중심형인 명령 통제형태에서 사업주 주도형, 수요자 중심형인 자율 규제형태의 평가이다(이광민, 2017). 위험성 평가 방법은 크게 나누어 유해 · 위험요인을 도출하고 안전대책을 확인 · 수립하는 정성적 평가와 위험

요인별로 사고로 발전할 수 있는 확률과 사고 피해 크기를 정량적으로 계산하여 위험도를 수치로 계산하고 허용범위를 벗어난 위험에 대한 안전대책을 세우는 정량적 평가가 있다(이광민, 2017). 위험성평가는 위험요인 식별, 위험의 평가, 그리고 위험지표에 근거한 위험요인의 범주화 과정을 거치면서 진행된다(Maiti, 2005). 최근 위험성평가는 산업별로 통합된 정보대신 직종단위별로 구분된 정보를 사용하는 경향이 있다(Park et al., 2015; Jeong, 2015).

현재 국내에서 연구되고 있는 직종별 위험성평가는 가스 배달작업, 케이블 가설작업, 엘리베이터 설치공사, 조선업, 타워크레인, 농산물 재배, 건축공사(건설), 건설장비, 굴뚝 철거작업, 원전 등이 있다(이광민, 2016; 장근영, 2016; 김양래, 2016; 김정남, 2017; 전현우 2013; 전진배, 2015; 심규형, 2011; 양건석, 2012; 김정한, 2011; 박세영, 2016).

본 연구에서는 위험성평가 위험수준을 설정하기 위해 파레토 법칙을 사용하였다. 파레토 법칙이란 전체 결과의 80%가 전체 원인의 20%에서 일어나는 현상으로 1906년 이탈리아 경제학자이자 사회학자인 Vilfredo Pareto의 이름을 따서 붙여졌고 지금까지 파레토 기법은 경영학, 공학, 수학 등의 다양한 분야에서 경험적인 법칙(Rule of thumb)으로 응용되어 왔다(배준희, 2013).

1.3.3 중량물 취급작업

중량물 취급작업(Manual Material Handling; MMH)은 물건을 인체의 힘을 이용하여 들어 올리거나 내려놓거나 당기거나 밀어 옮겨 놓는 작업을 말한다. 또한 정지 자세에서 운반물 운반과 지지, 지정장소나 운반차량 등에서 물건을 다른 사람에게 던지는 모든 작업이 포함된다(Kim, 1997).

중량물 취급과정에서 발생할 수 있는 재해 형태는 요통, 협착, 낙하, 충돌 등 매우 다양하다고 할 수 있다(Kim, 1997). 중량물 취급작업은 개인의 능력에 따라 차이가 크기 때문에 그 능력의 한계 내에서 작업이 제한되며, 만약 작업이 자신의 능력 한계를 초과하게 되면 육체적 피로를 증대시키고 작업능률이 저하되며 나아가 안전사고로 까지 연결될 수 있다(Garg and Saxena,

1979). 요통은 근골격계질환의 대표적인 질환 중 하나로서 자신의 능력 한계를 초과하는 일을 반복적으로 무리해서 장기간 수행하게 되면 발생할 수 있다(Ayoub et al., 1987; Liberty Mutual Insurance, 2004). 요통과 신체에 부담을 주는 대표적인 작업은 중량물 취급작업으로 많은 분야에서 기술의 발달로 인하여 자동화 및 기계화 되고 있음에도 불구하고 다수의 부분을 작업자가 직접 수행하는 대표적인 작업이다(Garg, 1983; Mo et al., 2010).

중량물 취급작업은 크게 중량물 특성, 작업 특성, 작업자 특성 그리고 환경적 특성에 따라 신체적 부하에 차이를 나타낸다(Mack et al., 1995). 각 특성별 세부 요인을 살펴보면, 중량물 특성은 크기, 무게, 무게 중심, 모양, 힘의 형태(들기, 내리기, 당기기 등) 등이 있으며, 작업 특성은 반복, 지속시간, 속도, 일 압박, 보조기구 사용 유무 등이 해당한다. 작업자 특성은 개인차가 가장 큰 요인으로써 성별, 나이, 인체치수, 근력, 훈련 및 기술, 작업동기 등이 해당하며, 환경적 특성은 작업공간과 장비와의 양립성(Compatibility), 공간 제약, 장애물 존재 여부, 지형/바닥 표면 상태, 표면 마찰력, 기울기 또는 경사로, 조도, 진동 등이 있다(Kim, 1997).

중량물 취급작업은 크게 준비 단계, 들기 단계, 운반 단계, 내리기 단계로 구분할 수 있다. 준비 단계는 중량물 취급작업 중 발생할 수 있는 위험을 최소화 및 제거하기 위한 것으로써, 작업을 실시하기 전에 작업자의 안전을 위해서 준비하는 단계를 말한다(Lee and Jung, 2017).

준비 단계에 대한 선행연구의 가이드라인을 살펴보면 운반방법, 운반단계 결정, 요통방지 체조, 안전운반 통로 확보 등의 작업환경 준비, 복장 및 보호구 제공, 교육 등의 내용이 포함되어 있다(Ministry of Employment and Labor, 2012).

들기 단계는 중량물 취급작업에서 가장 신체적 부담을 많이 느끼게 되는 작업 단계로써, 특히 허리부분에 많은 부하가 발생한다. 들기 단계에서는 물체를 드는 자세에 따라 허리에 받는 부하가 상당한 차이를 나타내는데, 가령 20kg의 중량물을 들어 올릴 때 허리를 굽힌 자세로 들어 올릴 때에는 허리를 세운 자세로 다리의 힘으로 들어 올릴 때보다 3번 요추(L3)에 걸리는 부하가 약 62% 증가한다(Hansson et al., 1980).

들기 단계에서의 작업 자세와 함께 들기 빈도와 중량에 따른 최대 허용 중량에 대한 가이드라인이 많은 연구들에서 진행되고 있다(Snook, 1971; Garg and Saxena, 1979; Mital and Manivasagan, 1983; Aghazadeh, 1985; Aghazadeh, 1986; Asfour et al., 1985; Mital and Fard, 1986; Mital, 1987); Garg and Banaag, 1988; Mital and Wang, 1989; Danz and Ayoub, 1991; Danz and Ayoub, 1992; Chen et al., 1992; Ciriello et al., 1993; Lee et al., 1995; Lee and Chen, 1996a; Lee and Chen, 1996b; Mital and Kumar, 1997; Wu, 1997; Boocock et al., 1998; Chen, 2000; Chen, 2003).

운반 단계는 들기 단계 이후의 작업 단계로써 정해진 장소 또는 공간으로 이동하는 작업을 말한다. 운반 단계에서 작업자에게 가장 큰 영향을 주는 요인은 물체의 중량, 물체의 너비와 높이, 운반 빈도, 운반 거리가 있다(N.C Department of Labor, 2014). Bhambhani et al. (1997)의 연구에 의하면 중량물을 몸에 붙여서 운반할 때 중량물의 30~40%의 중량이 몸에서 지지하게 됨으로 팔과 어깨에 부담을 감소시킬 수 있다고 하였다.

내리기 단계는 운반 단계 이후로 수행되는 작업으로 해당 장소 또는 공간에 물체를 내리는 작업을 말한다. 내리기 단계에 대한 가이드라인은 인력운반 작업의 다른 단계보다 관련 연구가 적으며 해당하는 가이드라인 또한 많지 않다. 특히 ISO 11228-1(2003)에서도 내리기 단계와 들기 단계를 구분하지 않고 들기 규정의 권장 중량과 작업 빈도를 함께 적용하여 사용한다(Lee and Jung, 2017).

위의 연구들은 요통 발생 및 작업 중 신체부담을 느끼는 중량물 취급작업에 대한 선행연구들로 오랜 기간 꾸준히 연구되고 있다. 하지만, 중량물 취급 작업 중 발생하는 그 밖의 재해발생 요인에 대한 연구는 부족한 실정이다.

II. 연구내용 및 방법

2.1 자료 수집

본 연구에서는 자동차부품 제조업에서 발생한 사고로 인하여 3일 이상의 휴무한 산업 재해자를 연구대상으로 한다.

자동차부품 제조업 산업재해 데이터는 2015년 산업재해보고서를 활용하였다. 본 연구는 자동차 부품제조업 재해자 1,609명을 대상으로 운동, 출퇴근, 회식 등에서 발생한 사고는 제외하고 순수하게 작업공정에서 발생한 사고만을 대상으로 한다.

중량물 사고와 비중량물 사고를 분류하기 위해 2015년 산업재해보고서의 사고발생 개요를 읽고 중량물 취급과정에서 발생한 사고인지 아닌지 여부를 파악하였다. 그 결과 연구대상은 1,530명이었으며 남성은 1,240명(81.0%)이었고 여성은 290명(19.0%)이었다. 중량물 사고자는 271명(17.7%)이고 비중량물 사고자는 1,259명(82.3%)이었다.

2.2 연구변수와 정의

본 연구에서는 ‘작업관련성질병을 포함하여 작업자가 중량물을 취급하는 과정에서 발생한 재해’를 ‘중량물 사고’로 정의하고 중량물 사고를 제외한 그 밖의 사고를 ‘비중량물 사고’로 정의한다.

〈표 2-1〉은 본 연구의 조사항목 및 연구변수를 나타낸다. 본 연구에서는 재해자 특성(상해정도, 연령, 근속기간, 회사규모, 고용형태 등)과 재해 특성(사고 발생형태, 기인물, 요일, 사고시간, 상해부위, 상해종류, 상해기관, 사고공정 등), 중량물작업 특성(중량물 작업유형, 중량물 형태)을 조사하였다.

〈표 2-1〉 연구의 조사항목 및 연구변수

특성	변수	변수의 척도유형
재해자 특성	상해정도	사망자, 장해자, 부상자
	연령	20대 이하, 30대, 40대, 50대 이상 (중량물 사고 분석: 30대 이하, 40대, 50대 이상)
	근속기간	1년 미만, 1~3년 미만, 3~10년 미만, 10년 이상
	회사규모	50인 미만, 50~100인 미만, 100~300인 미만, 300인 이상
	고용형태	정규직, 비정규직
재해특성	발생형태	떨어짐, 넘어짐, 부딪힘, ‘물체에 맞음’, 끼임, 절단/베임/찢림, 작업관련질병, 기타
	기인물	설비기계, 부품 및 재료, 건축물 표면, 휴대용(인력용) 기계기구, 용기·용품·가구 및 기구, 기타
	요일	월요일, 화요일, 수요일, 목요일, 금요일, 토요일, 일요일
	사고시간	주간, 야간
	상해부위	안면두부, 목, 어깨, 가슴/허리, 팔/손목, 다리/발, 복합
	상해종류	골절/압궤/절단/탈구, 파열, 염좌, 좌상/열상/찰과상, 추간판탈출증, 뇌경색/뇌출혈/뇌진탕, 기타
	상해기관	골격, 관절/인대, 척추, 피부, 뇌, 근육, 기타
	사고공정	물류, 성형/가공, 조립/기계, 시험/검사, 포장, 유지/보수, 세척, 도장
	근로손실일수	60일 이하, 61~120일 이하, 121~180일 이하, 180일 이상
중량물 특성	중량물 작업유형	들기/내리기, 인력운반, 밀기/당기기, 대차이동
	중량물 형태	박스, 금형/지그, 재료/부품/완제품, 대차

이들 변수 중에서 재해자 특성과 재해 특성은 산업재해보고서에서 나타난 조사항목을 이용하여 재구성하였으며, 재해특성의 상해부위, 상해종류, 상해기관은 산업재해보고서에 나타난 질병코드를 이용하여 재분류하였다. 반면, 재해특성 변수 중 사고공정과 중량물 작업특성 변수 중 중량물 작업유형과 중량물 형태는 재해조사보고서에 나타난 재해 개요와 기인물, 사고 발생형태(발생유형) 등을 이용하여 도출하였다.

연구변수 중 재해자 구분은 업무와 관련된 사고로 인하여 발생한 사망자, 부상자, 장해자로 구분한다. ‘장해자’는 산업재해보상보험법 제53조제1항 관련 장해등급의 기준에 따라 장해진단을 받은 재해자를 의미하며 부상자는 ‘사망자’를 제외하고 재해가 발생되었지만 ‘장해자’기준에 해당되지 않은 재해자를 의미한다. 연령은 재해발생 재해자의 당시 만 나이를 의미한다. 연구변수 중 근속기간은 소속회사의 입사일로부터 재해발생일까지의 근속한 기간을 의미하고(안전보건공단, 2012) 회사규모는 재해가 발생한 사업장의 상시근로자수를 의미한다.

연구변수 중에서 고용형태는 비정규직과 정규직으로 구분되는데 비정규직은 일정한 기간 동안 사용자와 근로자가 한시적으로 근로관계를 맺는 고용형태를 의미하고 정규직은 사용자와 직접 근로계약을 체결하여 정년까지 고용이 보장되는 근로자를 의미한다.

연구변수 중에서 사고 발생형태(사고유형)는 재해 및 질병이 발생된 형태 또는 근로자(사람)에게 상해를 입힌 기인물과 상관된 현상을 의미한다(안전보건공단, 2012). 사고 발생형태 중 ‘떨어짐’은 사람이 인력(중력)에 의하여 건축물, 구조물, 가설물, 수목, 사다리 등의 높은 장소에서 떨어지는 것을 의미한다(안전보건공단, 2012). ‘넘어짐’은 사람이 거의 평면 또는 경사면, 층계 등에서 구르거나 넘어지는 경우를 의미한다(안전보건공단, 2012). ‘부딪힘’은 재해자 자신의 움직임·동작으로 인하여 기인물에 부딪히거나, 접촉한 경우를 의미한다(안전보건공단, 2012). ‘물체에 맞음’은 구조물, 기계 등에 고정되어 있던 물체가 중력, 원심력, 관성력 등에 의하여 고정부에서 이탈하거나 또는 설비 등으로부터 물질이 분출되어 사람을 가해하는 경우를 의미한다(안전보건공단, 2012). ‘끼임’은 두 물체 사이의 움직임에 의하여 일어난 것으로 직

선 운동하는 물체 사이의 끼임, 회전부와 고정체 사이의 끼임, 로울러 등 회전체 사이에 물리거나 또는 회전체 · 돌기부 등에 감긴 경우를 의미한다(안전보건공단, 2012). ‘절단/베임/찢림’은 날카로운 물체에 의하여 신체가 잘리거나 베이거나 찢리는 것을 의미한다. ‘작업관련질병’은 작업환경과 관련하여 신체에 생기는 질병을 의미하며 재해자는 근로복지공단에서 질병으로 판정을 받은 시점으로 분류한다.

연구변수 중에서 기인물은 직접적으로 재해를 유발하거나 영향을 끼친 에너지원(운동, 위치, 열, 전기 등)을 지닌 설비기계, 부품 및 재료, 건축물(구조물) 표면, 휴대용(인력용) 기계기구, 용기 · 용품 · 가구 및 기구 등을 의미한다(안전보건공단, 2012). 요일은 재해가 발생한 요일을 의미하며 사고시간은 사고가 발생한 시간을 의미한다. 본 연구에서는 사고시간을 오전 6시에서 오후 6시까지를 ‘주간’으로 정의하고 오후 6시부터 아침 6시까지를 ‘야간’으로 정의한다.

연구변수 중에서 상해부위는 부상 또는 질병이 발생된 신체의 상병부위를 의미하며 안면두부, 목, 어깨, 가슴/허리, 팔/손목, 다리/발이 여기에 해당된다(안전보건공단, 2012). ‘안면두부’는 뇌, 두피, 얼굴, 눈, 코, 귀, 입 부위를 의미하고 목은 경추, 성대, 인 · 후두 부위를 의미한다(안전보건공단, 2012). ‘가슴/허리’는 흉부, 폐, 심장, 위, 간, 골반, 둔부, 요추, 흉추 부위를 의미한다(안전보건공단, 2012). 팔/손목은 팔, 팔죽지(상완골), 팔꿈치(주관절), 아래팔(요골, 척골), 손목, 손, 손가락 부위를 의미한다(안전보건공단, 2012). 다리/발은 대퇴, 무릎, 발목, 발, 발가락 부위를 의미한다. ‘복합’은 둘 이상의 신체 부위를 의미한다(안전보건공단, 2012).

연구변수 중에서 상해종류는 부상 또는 질병의 의학적 성질로서 주요한 신체적 상병특성을 의미(안전보건공단, 2012)하며 상해종류로는 골절/압궐/절단/탈구, 파열, 염좌, 좌상/열상/찰과상, 추간판탈출증, 뇌경색/뇌출혈/뇌진탕 등이 있다. ‘골절’은 사고로 인하여 뼈의 연속성이 완전 또는 불완전하게 소실된 상태를 의미하며 ‘압궐’은 압력에 의해 신체조직, 뼈, 혈관, 신경 등이 손상된 상태를 의미한다. ‘절단’은 신체부위가 잘려져 나간 상태를 의미한다. ‘탈구’는 관절을 구성하는 골 · 연골 · 인대 등의 조직이 정상적인 위치를 벗어

난 상태를 의미한다. ‘파열’은 인대·연골·근육이 찢어지거나 갈라진 상태를 의미한다. ‘염좌’는 인대(관절지지 역할)가 외부 충격 또는 사고 등에 의해서 늘어난 상태를 의미한다. ‘좌상’은 외부의 충격이나 넘어짐 등에 의해 피부 출혈이나 부종이 보이는 상태를 의미한다. ‘열상’은 피부가 찢어진 상태를 의미한다. ‘찰과상’은 피부표면이 긁힌 상태를 의미한다. ‘추간판탈출증’은 추간판(디스크)이 돌출되어 신경을 누르고 있는 상태를 의미한다. ‘뇌경색’은 뇌혈관이 막힌 상태를 의미한다. ‘뇌출혈’은 두 개 내에 출혈이 생긴 상태를 의미한다. ‘뇌진탕’은 머리에 강력한 외력이 작용한 직후 일시적인 의식 소실 상태를 의미한다.

연구변수 중에서 상해기관은 부상 또는 질병이 발생된 신체의 상병기관을 의미하며 골격, 관절/인대, 척추, 피부, 뇌, 근육 등으로 분류된다. ‘골격’은 신체를 지탱하고 체형을 형성하며 장기를 보호하는 기관으로 뼈를 의미한다. ‘관절/인대’는 뼈와 뼈를 연결하는 부분을 안정적으로 유지될 수 있도록 도움을 주는 기관을 의미한다. ‘척추’는 우리 몸의 중심축이 되는 뼈 기관으로 뇌에서부터 내려오는 중추신경 등을 보호하는 기관을 의미한다. ‘피부’는 신체 외부를 덮고 있는 기관을 의미한다. ‘뇌’는 머리뼈 내부의 기관으로 신경계의 최고위 중추기관을 의미한다. ‘근육’은 근육세포들의 결합조직으로 수축 운동을 통해 개체의 운동과 자세 유지 등을 담당하는 신체기관을 의미한다.

사고공정 변수에서 물류는 원·부자재와 제품을 이송 및 적재하는 공정을 의미한다. 성형/가공은 원재료(철)을 프레스, CNC, 밴딩 기계 등을 이용하여 모양을 만드는 공정이며, 조립/기계 공정은 작업자 또는 기계를 이용하여 부품들을 조립하는 공정을 의미한다. 시험/검사는 최종 완성된 제품 또는 반제품을 기구나 게이지 등으로 시험하거나 검사하는 공정을 의미하고 한다. 포장 은 물품을 보호하고 상품성, 배송성을 높이기 위해 적절한 용기에 시장하는 공정을 의미한다. 유지보수는 설비기계 등을 사전 점검하거나 고장이 발생한 설비기계 등을 수리하는 공정을 의미한다. 세척은 오염된 원재료 또는 제품(반제품)을 세정하는 공정을 의미한다. 도장은 원재료 또는 제품의 표면에 페인트 등을 칠하여 코팅하는 공정을 의미한다. 근로손실일수는 사망 및 영구 전 노동불능(장해등급 제1급~제3급), 영구 일부 노동불능(장해등급 제4급~제

14급), 일시적 노동 불능(장해판정을 받지 않은 자로서 휴업 및 비휴업 손실이 발생한 자)으로 인한 손실을 합산한 것을 의미한다(안전보건공단, 2012).

중량물 사고와 비중량물 사고의 분류는 작업자가 중량물을 들기/내리기, 인력운반, 밀기/당기기, 대차이동을 수행하는 과정에서 재해가 발생하였는가 여부에 따라 분류하였으며, 중량물 형태는 박스, 금형/지그, 재료/부품/완제품, 대차로 분류하였다. 박스는 제품, 부품, 원재료 등이 담겨있는 용기를 의미하며 금형/지그는 프레스 또는 기계 조립시 사용되는 틀을 의미한다. 재료/부품/완제품은 원재료, 부품, 반제품, 완제품 형태이며 그 자체가 중량물인 것을 의미한다. 대차는 원재료, 부품, 반제품, 완제품을 이송하기 위한 수레를 의미한다.

2.3 자료 분석

중량물 사고 특성 분석 중 ‘중량물과 비중량물 취급사고 특성 비교’ 연구에서는 중량물 취급유무에 따라 재해자의 특성(상해정도, 연령, 근속기간, 회사규모, 고용형태)과 재해 특성(발생형태, 기인물, 요일, 사고시간, 상해부위, 상해종류, 상해기관, 사고공정, 근로손실일수)에 차이가 있는지 분석하였고 ‘중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 비교’ 연구에서는 중량물 작업유형 및 중량물 형태에 따라 재해자의 특성(상해정도, 연령, 근속기간, 회사규모)과 재해 특성(사고공정, 사고시간, 발생형태, 기인물, 상해부위, 상해종류, 상해기관, 근로손실일수)에 차이가 있는지 분석하였다.

중량물 사고 특성을 분석하기 위하여 카이 제곱검정(Chi-square test)을 사용하였고 위험성 평가의 Risk Matrix를 작성하기 위해 카이 제곱검정(Chi-square test)과 One-way ANOVA분석(재해자와 장해자의 근로손실일수의 평균을 구하기 위해)을 사용하였다. 통계적 검정은 통계패키지인 SPSS 18.0을 이용하였고, 유의수준은 0.05를 적용하였다.

III. 중량물 사고특성 분석

3.1 중량물과 비중량물 취급사고 특성 비교

3.1.1 재해자의 특성

1) 상해정도 분포

〈표 3-1〉은 중량물 취급 유무에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 사고 부상자(60.3%), 사고 장해자(25.2%), 질병 부상자(10.0%), 질병 장해자(3.8%), 사고 사망자(0.6%), 질병 사망자(0.2%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 사고자의 상해정도 분포는 차이가 없는 것으로 나타났고($\chi^2 = 0.620$, $p = 0.734$) 중량물 취급 유무에 따른 질병자의 상해정도 분포 또한 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 3.135$, $p = 0.209$).

〈표 3-1〉 사고자와 질병자의 상해정도의 분포 (단위: 명, %)

상해 구분	상해 정도	중량물 사고		비중량물 사고		합계	
		명	%	명	%	명	%
사고자	사망자	1	0.4%	8	0.6%	9	0.6%
	장해자	57	21.0%	328	26.1%	385	25.2%
	부상자	122	45.0%	800	63.5%	922	60.3%
질병자	사망자	0	0.0%	3	0.2%	3	0.2%
	장해자	22	8.1%	36	2.9%	58	3.8%
	부상자	69	25.5%	84	6.7%	153	10.0%
합계	사망자	1	0.4%	11	0.9%	12	0.8%
	장해자	79	29.1%	364	28.9%	443	28.9%
	부상자	191	70.5%	884	70.2%	1,075	70.3%
	합계	271	100.0%	1,259	100.0%	1,530	100.0%
전체사고 대비		17.7%		82.3%		100%	

2) 연령대별 분포

〈표 3-2〉는 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 연령대별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 50대 이상(37.0%), 40대(26.7%), 30대(23.3%), 20대 이하(13.0%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 연령대별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 16.274$, $p = 0.001$). 중량물 사고는 40대(34.3%), 50대 이상(30.6%), 30대(26.2%), 20대 이하(8.9%)순으로 나타났고 비중량물 사고는 50대 이상(38.4%), 40대(25.1%), 30대(22.6%), 20대 이하(13.9%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 30대(26.2%)와 40대(34.3%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 20대 이하(13.9%)와 50대 이상(38.4%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-2〉 연령별 재해자 분포 (단위: 명, %)

연령		20대 이하	30대	40대	50대 이상	합계
중량물 사고	명	24	71	93	83	271
	%	8.9%	26.2%	34.3%	30.6%	100.0%
비중량물 사고	명	175	285	316	483	1,259
	%	13.9%	22.6%	25.1%	38.4%	100.0%
합계	명	199	356	409	566	1,530
	%	13.0%	23.3%	26.7%	37.0%	100.0%

3) 근속기간별 분포

〈표 3-3〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 근속기간별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 1년 미만(40.5%), 3년~10년 미만(20.4%), 1년~3년 미

만(20.4%), 10년 이상(18.7%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 근속기간별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 11.961$, $p = 0.008$). 중량물 사고는 근속기간 1년 미만(32.8%), 10년 이상(24.7%), 1년~3년 미만(22.5%), 3년~10년 미만(19.9%)순으로 나타났고 비중량물 사고는 1년 미만(42.2%), 3년~10년 미만(20.5%), 1년~3년 미만(19.9%), 10년 이상(17.4%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 1년~3년 미만(22.4%)과 10년 이상(24.7%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 1년 미만(42.2%)과 3년~10년 이상(20.5%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 특히 중량물 사고의 경우 근속기간이 10년 이상에서 발생한 재해자 비율(24.6%)이 높게 나타났고 비중량물인 경우 근속기간이 1년 미만에서 발생한 재해자 비율(42.2%)이 높게 나타났다.

〈표 3-3〉 근속기간별 재해자 분포 (단위: 명, %)

근속기간		1년 미만	1년~ 3년 미만	3년~ 10년 미만	10년 이상	합계
중량물 사고	명	89	61	54	67	271
	%	32.8%	22.5%	19.9%	24.7%	100.0%
비중량물 사고	명	531	251	258	219	1,259
	%	42.2%	19.9%	20.5%	17.4%	100.0%
합계	명	620	312	312	286	1,530
	%	40.5%	20.4%	20.4%	18.7%	100.0%

4) 회사 규모별 분포

〈표 3-4〉는 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 회사 규모별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 50인 미만(58.5%), 100~300인 미만(17.0%), 300인 이상(12.5%), 50~100인 미만(12.0%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 회사규모별 재해자의 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 10.622$, $p = 0.014$). 중량물 사고는 50인 미만(51.5%), 100~300인 미만(21.0%), 300인 이상(16.6%)순으로 나타났고 비중량물 사고는 50인 미만(60.0%), 100~300인 미만(16.1%), 50~100인 미만(12.2%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 100인 이상에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 100인 미만에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-4〉 회사규모별 재해자 분포(단위: 명, %)

회사규모		50인 미만	50~ 100인 미만	100~ 300인 미만	300인 이상	합계
중량물 사고	명	139	30	57	45	271
	%	51.3%	11.1%	21.0%	16.6%	100.0%
비중량물 사고	명	756	153	203	147	1,259
	%	60.0%	12.2%	16.1%	11.7%	100.0%
합계	명	895	183	260	192	1,530
	%	58.5%	12.0%	17.0%	12.5%	100.0%

5) 고용형태별 분포

〈표 3-5〉는 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 고용형태별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 정규직이 88.0%, 비정규직이 12.0%를 차지하는 것으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 고용형태별 재해자의 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 3.015$, $p = 0.083$).

〈표 3-5〉 고용형태별 재해자 분포 (단위: 명, %)

고용형태		정규직	비정규직	합계
중량물 사고	명	247	24	271
	%	91.1%	8.9%	100.0%
비중량물 사고	명	1,100	159	1,259
	%	87.4%	12.6%	100.0%
합계	명	1,347	183	1,530
	%	88.0%	12.0%	100.0%

3.1.2 사고의 특성

1) 사고 발생형태별 분포

〈표 3-6〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 발생형태별 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 끼임/절단/베임/찢림(55.4%), 맞음/부딪힘(14.1%), 작업관련질병(13.2%), 넘어짐/떨어짐(8.4%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 발생형태별 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 186.969$, $p < 0.001$). 중량물 사고의 발생형태는 기타를 제외하면 작업관련성 질병(33.6%), 끼임/절단/베임/찢림(26.6%), 맞음/부딪힘(25.8%), 넘어짐/떨어짐(6.6%)순으로 나타났고 비중량물 사고의 발생형태는 기타를 제외하면 끼임/절단/베임/찢림(61.6%), 맞음/부딪힘(11.6%), 작업관련질병(8.8%), 넘어짐/떨어짐(8.7%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 작업관련질병(33.6%)과 맞음/부딪힘(25.8%)이 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 끼임/절단/베임/찢림(61.6%), 넘어짐/떨어짐(8.7%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-6〉 사고 발생형태별 재해자 분포 (단위: 명, %)

발생 형태		작업 관련 질병	끼임/절단/ 베임/찢림	넘어짐/ 떨어짐	맞음/ 부딪힘	기타	합계
중량물 사고	명	91	72	18	70	20	271
	%	33.6%	26.6%	6.6%	25.8%	7.4%	100%
비중량물 사고	명	111	775	110	146	117	1,259
	%	8.8%	61.6%	8.7%	11.6%	9.3%	100%
합계	명	202	847	128	216	137	1,530
	%	13.2%	55.4%	8.4%	14.1%	9.0%	100%

2) 사고 기인물별 분포

〈표 3-7〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 기인물별 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 설비·기계(53.2%), 부품, 재료, 제품(16.2%), 건축물·구조물 표면(6.4%), 휴대용, 인력용 기계(5.4%)순으로 나타났다. 사고가 많이 발생하는 설비·기계를 구체적으로 보면 중량물 사고에서는 프레스(6.3%), 기계가공(4.4%), 지게차(2.2%), 기타 운반설비(2.2%)순으로 나타났고 비중량물 사고에서는 프레스(18.9%), 기계가공(18.8%), 조립기계(6.6%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 기인물별 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 208.105$, $p < 0.001$). 중량물 사고는 부품, 재료, 제품(26.9%)과 건축물, 구조물 표면(6.6%), 휴대용, 인력용 기계(5.9%), 용기, 용품, 가구 및 기구(8.5%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 설비·기계(61.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 특히 중량물 사고의 경우 부품, 재료, 제품(26.9%)에서 가장 높게 나타났고 비중량물 사고의 경우 설비·기계(61.0%)에서 가장 높게 나타났다.

〈표 3-7〉 기인물별 재해자 분포 (단위: 명, %)

기인물	중량물		비중량물		합계	
	명	%	명	%	명	%
설비기계	47	17.3%	768	61.0%	815	53.3%
프레스	17	6.3%	238	18.9%	255	16.7%
가공기계	12	4.4%	237	18.8%	249	16.3%
지게차	6	2.2%	48	3.8%	54	3.5%
기타운반설비	6	2.2%	15	1.2%	21	1.4%
조립기계	2	0.7%	83	6.6%	85	5.6%
CNC	2	0.7%	46	3.7%	48	3.1%
기타	2	0.7%	101	8.0%	103	6.7%
부품, 재료, 제품	73	26.9%	175	13.9%	248	16.2%
건축물(구조물) 표면	18	6.6%	80	6.4%	98	6.4%
휴대용, 인력용 기계	16	5.9%	66	5.2%	82	5.4%
용기, 용품, 가구 및 기구	23	8.5%	35	2.8%	58	3.8%
기타	94	34.7%	135	10.7%	229	15.0%
합계	271	100.0%	1,259	100.0%	1,530	100.0%

3) 사고 요일별 분포

〈표 3-8〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 요일별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 수요일(19.0%), 목요일(17.8%), 월요일(17.3%), 금요일(16.3%), 화요일(15.7%)순으로 높게 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 요일별 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 10.381$, $p = 0.109$).

〈표 3-8〉 요일별 재해자 분포(단위: 명, %)

요일		월	화	수	목	금	토	일	합계
중량물	명	62	45	43	40	40	29	12	271
	%	22.9%	16.6%	15.9%	14.8%	14.8%	10.7%	4.4%	100%
비중량물	명	203	195	248	232	209	126	46	1,259
	%	16.1%	15.5%	19.7%	18.4%	16.6%	10.0%	3.7%	100%
합계	명	265	240	291	272	249	155	58	1,530
	%	17.3%	15.7%	19.0%	17.8%	16.3%	10.1%	3.8%	100%

4) 사고 시간대별 분포

〈표 3-9〉는 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 시간대별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 주간(76.6%)이 야간(23.4%)보다 많이 발생하는 것으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고 시간대별 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 0.487$, $p = 0.485$).

〈표 3-9〉 사고시간대별 재해자 분포(단위: 명, %)

사고 시간		주간	야간	합계
중량물 사고	명	212	59	271
	%	78.2%	21.8%	100.0%
비중량물 사고	명	960	299	1,259
	%	76.3%	23.7%	100.0%
합계	명	1,172	358	1,530
	%	76.6%	23.4%	100.0%

5) 상해부위별 분포

〈표 3-10〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 상해부위별 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 손/팔(64.4%), 다리/발(13.6%), 가슴/허리(9.5%), 안면두부(5.7%), 어깨(4.8%), 목(1.2%), 복합(0.8%)순으로 나타났다.

〈표 3-10〉 상해부위별 재해자 분포(단위: 명, %)

상해부위	중량물		비중량물		합계	
	명	%	명	%	명	%
팔/손목	114	42.1%	872	69.3%	986	64.4%
손/손목	103	38.04%	828	65.80%	931	60.81%
팔꿈치	11	4.06%	23	1.83%	34	2.22%
전완	0	0.00%	20	1.59%	20	1.31%
상완	0	0.00%	1	0.08%	1	0.07%
다리/발	53	19.6%	155	12.3%	208	13.6%
발/발목	42	15.5%	114	9.0%	156	10.2%
무릎	4	1.5%	20	1.6%	24	1.6%
대퇴	4	1.5%	14	1.1%	18	1.2%
아래다리	3	1.1%	6	0.5%	9	0.6%
골반	0	0.0%	1	0.1%	1	0.1%
가슴/허리	72	26.6%	73	5.8%	145	9.5%
허리	67	24.8%	37	2.9%	104	6.8%
가슴	2	0.7%	34	2.7%	36	2.4%
배	3	1.1%	2	0.2%	5	0.3%
어깨	21	7.7%	52	4.1%	73	4.8%
안면두부	7	2.6%	80	6.4%	87	5.7%
목	4	1.5%	15	1.2%	19	1.2%
복합	0	0.0%	12	1.0%	12	0.8%
전체	271	100%	1,259	100%	1,530	100%

사고가 많이 발생하는 팔/손목 부위를 구체적으로 보면 손/손목(60.8%), 팔꿈치(2.2%), 전완(1.3%), 상완(0.1%)순으로 나타났고 다리/발 부위는 발목(10.2%), 무릎(1.6%), 대퇴(1.2%), 아래다리(0.6%), 골반(0.1%)순으로 나타났다. 가슴/허리 부위는 허리(6.8%), 가슴(2.4%), 배(0.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 상해부위별 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 150.138$, $p < 0.001$). 중량물 사고에서는 팔/손목(42.1%), 가슴/허리(26.6%), 다리/발(19.6%), 어깨(7.7%), 안면/두부(2.6%), 목(1.5%)순으로 나타났고 비중량물 사고에서는 팔/손목(69.3%), 다리/발(12.3%), 안면/두부(6.4%), 가슴/허리(5.8%), 어깨(4.1%), 목(1.2%), 복합(1.0%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 가슴/허리(26.6%), 다리/발(19.6%), 어깨(7.7%), 목(1.5%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 팔/손목(69.3%), 안면두부(6.4%), 복합(1.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 특히, 중량물 사고의 경우 가슴/허리(26.6%)가 가장 높게 나타났고 세부부위로는 허리(24.8%)가 가장 높게 나타났다. 비중량물 사고의 경우 팔/손목(69.3%)이 가장 높게 나타났고 세부부위로는 손/손목(65.8%)이 가장 높게 나타났다.

6) 상해종류별 분포

〈표 3-11〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 상해종류별 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 골절/압궤/절단/탈구(63.9%), 파열(9.9%), 염좌(9.5%), 좌상/열상/찰과상(5.8%), 추간판탈출증(3.5%), 뇌경색/뇌출혈/뇌진탕(1.2%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 상해종류별 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 172.997$, $p < 0.001$). 기타를 제외하면 중량물 사고에서는 골절/압궤/절단/탈구(45.4%), 염좌(20.3%), 추간판탈출증(14.0%), 파열(12.5%), 좌상/열상/찰과상(4.8%), 뇌경색/뇌출혈/뇌진탕(1.1%)순으로 나타났고 비중량물 사고에서는 골절/압궤/절단/탈구(67.8%), 파열(9.4%), 염좌(7.2%), 좌상/열상/찰과상(6.0%), 추간판탈출증(1.3%), 뇌경색/

뇌출혈/뇌진탕(1.2%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 염좌(20.3%), 추간판탈출증(14.0%), 파열(12.5%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 골절/압궤/절단/탈구(67.8%), 좌상/열상/찰과상(6.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-11〉 상해종류별 재해자 분포(단위: 명, %)

상해종류	중량물		비중량물		합계	
	명	%	명	%	명	%
골절/압궤/절단/탈구	123	45.4%	854	67.8%	977	63.9%
파열	34	12.5%	118	9.4%	152	9.9%
염좌	55	20.3%	91	7.2%	146	9.5%
좌상/열상/찰과상	13	4.8%	76	6.0%	89	5.8%
추간판탈출증	38	14.0%	16	1.3%	54	3.5%
뇌경색/뇌출혈/뇌진탕	3	1.1%	15	1.2%	18	1.2%
기타	5	1.8%	89	7.1%	94	6.1%
합계	271	100%	1,259	100%	1,530	100%

7) 상해기관별 분포

〈표 3-12〉는 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 상해기관별 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 골격(60.3%), 관절/인대(16.0%), 척추(9.9%), 피부(8.8%), 뇌(1.2%), 근육(0.5%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 상해기관별 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 135.126$, $p < 0.001$). 중량물 사고에서는 골격(42.1%), 척추(26.9%), 관절/인대(22.9%), 피부(4.4%), 뇌(1.1%), 근육(1.8%)순으로 나타났고 비중량물 사고에서는 골격(64.2%), 관절/인대

(14.5%), 피부(9.8%), 척추(6.2%), 뇌(1.2%), 근육(0.4%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 척추(26.9%), 관절/인대(22.9%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 골격(64.2%), 피부(9.8%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 특히, 중량물 사고에서 손해가 가장 많이 발생하는 기관인 척추(26.9%)를 구체적으로 보면 요추(24.7%), 경추(1.5%), 흉추(0.7%)순으로 나타났다.

〈표 3-12〉 상해기관별 재해자 분포(단위: 명, %)

상해기관	중량물		비중량물		합계	
	명	%	명	%	명	%
골격	114	42.1%	808	64.2%	922	60.3%
관절/인대	62	22.9%	183	14.5%	245	16.0%
척추	73	26.9%	78	6.2%	151	9.9%
요추	67	24.7%	36	2.9%	103	6.8%
흉추	2	0.7%	26	2.1%	28	1.8%
경추	4	1.5%	15	1.2%	19	1.2%
천추	0	0.0%	1	0.1%	1	0.1%
피부	12	4.4%	123	9.8%	135	8.8%
뇌	3	1.1%	15	1.2%	18	1.2%
근육	2	0.7%	5	0.4%	7	0.5%
기타	5	1.8%	47	3.7%	52	3.4%
합계	271	100%	1,259	100%	1,530	100%

8) 사고 발생 공정별 분포

〈표 3-13〉은 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고발생 공정별 분포를 나타낸 것이다. 전체적으로 보면 성형/가공(46.5%), 조립/기계(25.4%), 물류(13.7%), 유지보수(9.6%), 시험/검사(3.0%), 포장(1.1%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급 유무에 따른 재해자의 사고발생 공정별 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 178.790$, $p < 0.001$). 중량물

사고는 물류(37.6%), 성형/가공(28.8%), 조립/기계(20.3%), 유지보수(5.2%), 시험/검사(4.8%), 포장(2.2%)순으로 나타났고 비중량물 사고는 성형/가공(50.3%), 조립/기계(26.5%), 유지보수(10.6%), 물류(8.5%), 시험/검사(2.6%), 포장(0.9%)순으로 나타났다. 또한, 중량물 사고는 물류(37.6%), 시험/검사(4.8%), 포장(2.2%), 세척(0.4%), 도장(0.7%)에서 상대적으로 높게 나타났고 비중량물 사고는 성형/가공(50.3%), 조립/기계(26.5%), 유지보수(10.6%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 특히 중량물 사고의 경우 물류(37.5%)에서 가장 높게 나타났고 비중량물 사고는 성형/가공(50.3%)에서 가장 높게 나타났다.

〈표 3-13〉 사고 공정별 재해자 분포(단위: 명, %)

공정		물류	성형/ 가공	조립/ 기계	시험/ 검사	포장	유지 보수	세척	도장	합계
중 량 물	명	102	78	55	13	6	14	1	2	271
	%	37.6%	28.8%	20.3%	4.8%	2.2%	5.2%	0.4%	0.7%	100%
비 중 량 물	명	107	633	334	33	11	133	3	5	1259
	%	8.5%	50.3%	26.5%	2.6%	0.9%	10.6%	0.2%	0.4%	100%
합 계	명	209	711	389	46	17	147	4	7	1530
	%	13.7%	46.5%	25.4%	3.0%	1.1%	9.6%	0.3%	0.5%	100%

3.2 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 비교

중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 비교의 연구대상은 자동차 부품제조업 재해자 1,530명 중 비중량물 사고자 1,259명(82.3%)을 제외한 중량물 사고자 271명(17.7%)만을 대상으로 한다. 중량물 사고자 271명 중 남성은 235명(86.7%)이었고 여성은 36명(13.3%)이었다. 중량물 사고자 평균 연령은 43.8세로 나타났다.

3.2.1 중량물 취급유형과 형태

〈표 3-14〉는 사고시 중량물 취급유형과 형태를 나타내는 분포이다. 사고시 중량물 형태를 전체적으로 보면 재료/부품/제품(54.2%), 금형/지그(15.9%), 박스(15.5%), 대차(14.4%)순으로 높게 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형과 형태 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 370.522$, $p < 0.001$). 중량물 형태 중 박스는 인력운반(73.8%), 들기/내리기(23.8%), 밀기/당기기(2.4%)순으로 사고가 많이 발생하는 것으로 나타났고 금형/지그는 밀기/당기기(88.4%), 인력운반(7.0%), 들기/내리기(4.6%)순으로 사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 재료/부품/제품은 인력운반(42.2%), 들기/내리기(31.3%), 밀기/당기기(26.5%), 대차이동(4.5%)순으로 사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 대차는 대차이동(100%)에서 사고가 많이 발생하는 것으로 나타났다. 또한, 중량물 형태 중 박스는 들기/내리기(23.8%), 인력운반(73.8%)에서 상대적으로 높게 나타났고 금형/지그는 밀기/당기기(88.4%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/제품은 들기/내리기(31.3%), 인력운반(42.2%)에서 상대적으로 높게 나타났고 대차는 대차이동(100%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-14〉 중량물 사고의 전체특성(단위: 명, %)

중량물형태 작업유형		박스	금형/지그	재료/부품/ 제품	대차	합계
들기/ 내리기	명	10	2	46	0	58
	%	17.2%	3.4%	79.3%	0.0%	100.0%
		23.8%	4.6%	31.3%	0.0%	21.4%
인력운반	명	31	3	62	0	96
	%	32.3%	3.1%	64.6%	0.0%	100.0%
		73.8%	7.0%	42.2%	0.0%	35.4%
밀기/ 당기기	명	1	38	39	0	78
	%	1.3%	48.7%	50.0%	0.0%	100.0%
		2.4%	88.4%	26.5%	0.0%	28.8%
대차이동	명	0	0	0	39	39
	%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	0.0%	100.0%	14.4%
합계	명	42	43	147	39	271
	%	15.5%	15.9%	54.2%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

3.2.2 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고특성

1) 사고자와 질병자의 상해정도 분포

〈표 3-15〉는 중량물 취급유형에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 인력운반(35.4%), 밀기/당기기(31.0%), 들기/내리기(21.4%), 대차이동(12.2%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 사고자의 상해정도 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 17.952$, $p = 0.006$), 질병자의 상해정도 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 5.707$, $p = 0.127$). 사고자를

보면 들기/내리기는 장해자(23.6%)가 상대적으로 높게 나타났고 인력운반은 부상자(37.1%)가 상대적으로 높게 나타났다. 밀기/당기기는 사망자(100%), 장해자(54.5%)가 상대적으로 높게 나타났고 대차이동은 부상자(13.7%)가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-15〉 중량물 취급유형에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포(단위: 명, %)

상해 구분	상해정도		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
사고자	사망자	명	0	0	1	0	1
		%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
			0.0%	0.0%	1.5%	0.0%	0.6%
	장해자	명	13	7	30	5	55
		%	23.6%	12.7%	54.5%	9.1%	100.0%
			32.5%	13.2%	46.2%	22.7%	30.6%
	부상자	명	27	46	34	17	124
		%	21.8%	37.1%	27.4%	13.7%	100.0%
			67.5%	86.8%	52.3%	77.3%	68.9%
	합계	명	40	53	65	22	180
		%	22.2%	29.4%	36.1%	12.2%	100.0%
			100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
질병자	사망자	명	0	0	0	0	0
		%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
			0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
	장해자	명	1	12	7	4	24
		%	4.2%	50.0%	29.2%	16.7%	100.0%
			5.6%	27.9%	36.8%	36.4%	26.4%
	부상자	명	17	31	12	7	67
		%	25.4%	46.3%	17.9%	10.4%	100.0%
			94.4%	72.1%	63.2%	63.6%	73.6%
	합계	명	18	43	19	11	91
		%	19.8%	47.3%	20.9%	12.1%	100.0%
			100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%
전체		명	58	96	84	33	271
		%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%

〈표 3-16〉은 중량물 형태에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 재료/부품/완제품(57.2%), 금형/지그(17.0%), 박스(15.5%), 대차이동(10.3%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 사고자의 상해정도 분포는 차이가 있는 것으로 나타났고($\chi^2 = 16.715$, $p = 0.010$), 질병자의 상해정도 분포는 차이가 없는 것으로 나타났($\chi^2 = 3.129$, $p = 0.372$). 사고자를 보면 박스는 부상자(12.9%)가 상대적으로 높게 나타났고 금형/지그는 장해자(34.5%)가 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 사망자(100%), 부상자(66.1%)가 상대적으로 높게 나타났고 대차는 장해자(14.5%)가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-16〉 중량물 형태에 따른 사고자와 질병자의 상해정도 분포(단위: 명, %)

상해 구분	상해정도		박스	금형/지그	재료/부품/ 완제품	대차	합계
사고자	사망자	명	0	0	1	0	1
		%	0.00%	0.00%	100.00%	0.00%	100.00%
			0.00%	0.00%	0.90%	0.00%	0.60%
	장해자	명	3	19	25	8	55
		%	5.50%	34.50%	45.50%	14.50%	100.00%
			15.80%	55.90%	23.10%	42.10%	30.60%
	부상자	명	16	15	82	11	124
		%	12.90%	12.10%	66.10%	8.90%	100.00%
			84.20%	44.10%	75.90%	57.90%	68.90%
	합계	명	19	34	108	19	180
		%	10.60%	18.90%	60.00%	10.60%	100.00%
			100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
질병자	사망자	명	0	0	0	0	0
		%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
			0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	장해자	명	7	5	9	3	24
		%	29.20%	20.80%	37.50%	12.50%	100.00%
			30.40%	41.70%	19.10%	33.30%	26.40%
	부상자	명	16	7	38	6	67
		%	23.90%	10.40%	56.70%	9.00%	100.00%
			69.60%	58.30%	80.90%	66.70%	73.60%
	합계	명	23	12	47	9	91
		%	25.30%	13.20%	51.60%	9.90%	100.00%
			100.00%	100.00%	100.00%	100.00%	100.00%
전체	합계	명	42	46	155	28	271
		%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%

2) 연령대별 분포

〈표 3-17〉은 중량물 취급유형에 따른 재해자의 연령대 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 30대 이하(35.1%), 40대(34.3%), 50대 이상(30.6%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 재해자의 연령대 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 1.392$, $p = 0.966$).

〈표 3-17〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 연령대 분포(단위: 명, %)

연령		들기/ 내리기	인력 운반	밀기 /당기기	카트 이동	합계
30대 이하	명	22	33	29	11	95
	%	23.2%	34.7%	30.5%	11.6%	100.0%
		37.9%	34.4%	37.2%	28.2%	35.1%
40대	명	19	33	27	14	93
	%	20.4%	35.5%	29.0%	15.1%	100.0%
		32.8%	34.4%	34.6%	35.9%	34.3%
50대 이상	명	17	30	22	14	83
	%	20.5%	36.1%	26.5%	16.9%	100.0%
		29.3%	31.3%	28.2%	35.9%	30.6%
합계	명	58	96	78	39	271
	%	21.4%	35.4%	28.8%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-18〉은 중량물 형태에 따른 재해자의 연령대 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 재해자의 연령대 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 4.415$, $p = 0.621$).

〈표 3-18〉 중량물 형태에 따른 재해자의 연령대 분포(단위: 명, %)

연령		박스	금형/ 지그	재료/부품/ 완제품	대차	합계
30대 이하	명	13	14	57	11	95
	%	13.7%	14.7%	60.0%	11.6%	100.0%
		31.0%	32.6%	38.8%	28.2%	35.1%
40대	명	12	16	51	14	93
	%	12.9%	17.2%	54.8%	15.1%	100.0%
		28.6%	37.2%	34.7%	35.9%	34.3%
50대 이상	명	17	13	39	14	83
	%	20.5%	15.7%	47.0%	16.9%	100.0%
		40.5%	30.2%	26.5%	35.9%	30.6%
합계	명	42	43	147	39	271
	%	15.5%	15.9%	54.2%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

3) 근속기간별 분포

〈표 3-19〉는 중량물 취급유형에 따른 재해자의 근속기간 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 1년 미만(32.8%), 10년 이상(24.7%), 1년~3년 미만(22.5%), 3년~10년 미만(19.9%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 재해자의 근속기간 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 14.521$, $p = 0.105$).

〈표 3-19〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 근속기간 분포(단위: 명, %)

근속기간		들기/ 내리기	인력 운반	밀기/ 당기기	카트 이동	합계
1년 미만	명	21	21	32	15	89
	%	23.6%	23.6%	36.0%	16.9%	100.0%
		36.2%	21.9%	41.0%	38.5%	32.8%
1년~3년 미만	명	10	21	21	9	61
	%	16.4%	34.4%	34.4%	14.8%	100.0%
		17.2%	21.9%	26.9%	23.1%	22.5%
3년~10년 미만	명	11	22	13	8	54
	%	20.4%	40.7%	24.1%	14.8%	100.0%
		19.0%	22.9%	16.7%	20.5%	19.9%
10년 이상	명	16	32	12	7	67
	%	23.9%	47.8%	17.9%	10.4%	100.0%
		27.6%	33.3%	15.4%	17.9%	24.7%
합계	명	58	96	78	39	271
	%	21.4%	35.4%	28.8%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-20〉은 중량물 형태에 따른 재해자의 근속기간 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 재해자의 근속기간 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 11.961$, $p = 0.216$).

〈표 3-20〉 중량물 형태에 따른 재해자의 근속기간 분포(단위: 명, %)

근속기간		박스	금형/ 지그	재료/부품/ 완제품	대차	합계
1년 미만	명	8	17	49	15	89
	%	9.0%	19.1%	55.1%	16.9%	100.0%
		19.0%	39.5%	33.3%	38.5%	32.8%
1년~3년 미만	명	9	13	30	9	61
	%	14.8%	21.3%	49.2%	14.8%	100.0%
		21.4%	30.2%	20.4%	23.1%	22.5%
3년~10년 미만	명	13	7	26	8	54
	%	24.1%	13.0%	48.1%	14.8%	100.0%
		31.0%	16.3%	17.7%	20.5%	19.9%
10년 이상	명	12	6	42	7	67
	%	17.9%	9.0%	62.7%	10.4%	100.0%
		28.6%	14.0%	28.6%	17.9%	24.7%
합계	명	42	43	147	39	271
	%	15.5%	15.9%	54.2%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

4) 회사규모별 분포

〈표 3-21〉은 중량물 취급유형에 따른 재해자의 회사규모 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 50인 미만(51.3%), 100~300인 미만(21.0%), 300인 이상(16.6%), 50~100인 미만(11.1%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 재해자의 회사규모 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 22.747$, $p = 0.007$). 들기/내리기는 100~300인 미만(29.8%)에서 상대적으로 높게 나타났고 인력운반은 50~100

인 미만(43.3%), 100~300인 미만(38.6%), 300인 이상(55.6%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 밀고/당기기는 50인 미만(38.1%)에서 상대적으로 높게 나타났다고 대차이동은 50인 미만(15.8%), 50~100인 미만(20.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-21〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 회사규모 분포(단위: 명, %)

회사규모		들기/ 내리기	인력 운반	밀기/ 당기기	카트 이동	합계
50인 미만	명	28	36	53	22	139
	%	20.1%	25.9%	38.1%	15.8%	100.0%
		48.3%	37.5%	67.9%	56.4%	51.3%
50~ 100인 미만	명	6	13	5	6	30
	%	20.0%	43.3%	16.7%	20.0%	100.0%
		10.3%	13.5%	6.4%	15.4%	11.1%
100~ 300인 미만	명	17	22	12	6	57
	%	29.8%	38.6%	21.1%	10.5%	100.0%
		29.3%	22.9%	15.4%	15.4%	21.0%
300인 이상	명	7	25	8	5	45
	%	15.6%	55.6%	17.8%	11.1%	100.0%
		12.1%	26.0%	10.3%	12.8%	16.6%
합계	명	58	96	78	39	271
	%	21.4%	35.4%	28.8%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-22〉는 중량물 형태에 따른 재해자의 회사규모 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 재해자의 회사규모 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 17.552$, $p = 0.041$).

〈표 3-22〉 중량물 형태에 따른 재해자의 회사규모 분포(단위: 명, %)

회사규모		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
50인 미만	명	13	30	74	22	139
	%	9.4%	21.6%	53.2%	15.8%	100.0%
		31.0%	69.8%	50.3%	56.4%	51.3%
50~ 100인 미만	명	8	3	13	6	30
	%	26.7%	10.0%	43.3%	20.0%	100.0%
		19.0%	7.0%	8.8%	15.4%	11.1%
100~ 300인 미만	명	10	5	36	6	57
	%	17.5%	8.8%	63.2%	10.5%	100.0%
		23.8%	11.6%	24.5%	15.4%	21.0%
300인 이상	명	11	5	24	5	45
	%	24.4%	11.1%	53.3%	11.1%	100.0%
		26.2%	11.6%	16.3%	12.8%	16.6%
합계	명	42	43	147	39	271
	%	15.5%	15.9%	54.2%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

중량물 형태 중 박스는 50~100인 미만(26.7%), 100~300인 미만(17.5%), 300인 이상(24.4%)에서 상대적으로 높게 나타났고 금형/지그는 50인 미만(21.6%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 100~300인 미만(63.2%)에서 상대적으로 높게 나타났고 대차는 50인 미만(15.8%), 50~100인 미만(20.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

5) 사고 발생 공정별 분포

〈표 3-23〉은 중량물 취급유형에 따른 재해자의 사고공정 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 물류(37.6%), 성형/가공(28.8%), 조립/기계(20.3%), 유지보수(5.2%), 시험/검사(4.8%), 포장(2.2%)순으로 나타났다.

〈표 3-23〉 중량물 취급유형에 따른 재해자의 사고공정 분포(단위: 명, %)

공정		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
물류	명	15	30	22	35	102
	%	14.7%	29.4%	21.6%	34.3%	100.0%
		25.9%	31.3%	28.2%	89.7%	37.6%
성형/ 가공	명	17	19	41	1	78
	%	21.8%	24.4%	52.6%	1.3%	100.0%
		29.3%	19.8%	52.6%	2.6%	28.8%
조립/ 기계	명	11	35	8	1	55
	%	20.0%	63.6%	14.5%	1.8%	100.0%
		19.0%	36.5%	10.3%	2.6%	20.3%
시험/ 검사	명	6	5	2	0	13
	%	46.2%	38.5%	15.4%	0.0%	100.0%
		10.3%	5.2%	2.6%	0.0%	4.8%
포장	명	1	5	0	0	6
	%	16.7%	83.3%	0.0%	0.0%	100.0%
		1.7%	5.2%	0.0%	0.0%	2.2%
유지/ 보수	명	6	2	4	2	14
	%	42.9%	14.3%	28.6%	14.3%	100.0%
		10.3%	2.1%	5.1%	5.1%	5.2%
세척	명	1	0	0	0	1
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
		1.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.4%
도장	명	1	0	1	0	2
	%	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%
		1.7%	0.0%	1.3%	0.0%	0.7%
합계	명	58	96	78	39	271
	%	21.4%	35.4%	28.8%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 재해자의 사고공정 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 106.320$, $p < 0.001$). 대차이동시 사고는 물류(94.1%)공정에서 상대적으로 높게 나타났고 밀고/당기기시 사고는 성형/가공(52.6%), 도장(50.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 인력운반시 사고는 조립/기계(63.6%), 시험/검사(38.5%), 포장(83.3%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 들기/내리기시 사고는 성형/가공(21.8%), 시험/검사(46.2%), 유지/보수(10.3%), 세척(100.0%), 도장(50.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-24〉는 중량물 형태에 따른 재해자의 사고공정 분포를 나타낸다.

〈표 3-24〉 중량물 형태에 따른 재해자의 사고공정 분포(단위: 명, %)

공정		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
물류	명	18	1	48	35	102
	%	17.6%	1.0%	47.1%	34.3%	100.0%
		42.9%	2.3%	32.7%	89.7%	37.6%
성형/ 가공	명	4	36	37	1	78
	%	5.1%	46.2%	47.4%	1.3%	100.0%
		9.5%	83.7%	25.2%	2.6%	28.8%
조립/ 기계	명	12	2	40	1	55
	%	21.8%	3.6%	72.7%	1.8%	100.0%
		28.6%	4.7%	27.2%	2.6%	20.3%
시험/ 검사	명	1	1	11	0	13
	%	7.7%	7.7%	84.6%	0.0%	100.0%
		2.4%	2.3%	7.5%	0.0%	4.8%
포장	명	6	0	0	0	6
	%	100.0%	0.0%	0.0%	0.0%	100.0%
		14.3%	0.0%	0.0%	0.0%	2.2%
유지/ 보수	명	1	3	8	2	14
	%	7.1%	21.4%	57.1%	14.3%	100.0%
		2.4%	7.0%	5.4%	5.1%	5.2%
세척	명	0	0	1	0	1
	%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	0.7%	0.0%	0.4%
도장	명	0	0	2	0	2
	%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	1.4%	0.0%	0.7%
합계	명	42	43	147	39	271
	%	15.5%	15.9%	54.2%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 재해자의 사고공정 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 161.556$, $p < 0.001$). 중량물 형태 중 박스는 물류(17.6%), 조립/기계(21.8%), 포장(100.0%)에서 상대적으로 높게 나타났고 금형/지그는 성형/가공(46.2%), 유지/보수(21.4%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 조립/기계(72.7%), 시험/검사(84.6%), 유지/보수(57.1%), 세척(100.0%), 도장(100.0%)에서 상대적으로 높게 나타났다. 대차는 물류(34.3%)에서 상대적으로 높게 나타났다.

6) 사고 시간대별 분포

〈표 3-25〉는 중량물 취급유형에 따른 사고 발생시간 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 주간(78.6%), 야간(21.4%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 사고 발생시간 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 7.330$, $p = 0.062$).

〈표 3-25〉 중량물 취급유형에 따른 사고 발생시간 분포(단위: 명, %)

발생 시간		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
주간	명	50	79	58	26	213
	%	23.5%	37.1%	27.2%	12.2%	100.0%
		86.2%	82.3%	69.0%	78.8%	78.6%
야간	명	8	17	26	7	58
	%	13.8%	29.3%	44.8%	12.1%	100.0%
		13.8%	17.7%	31.0%	21.2%	21.4%
합계	명	58	96	84	33	271
	%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-26〉은 중량물 형태에 따른 사고 발생시간 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 재해자의 사고 발생시간 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 0.922$, $p = 0.820$).

〈표 3-26〉 중량물 형태에 따른 사고 발생시간 분포(단위: 명, %)

발생 시간		박스	금형/ 지그	재료/부품/ 완제품	대차	합계
주간	명	34	38	120	21	213
	%	16.0%	17.8%	56.3%	9.9%	100.0%
		81.0%	82.6%	77.4%	75.0%	78.6%
야간	명	8	8	35	7	58
	%	13.8%	13.8%	60.3%	12.1%	100.0%
		19.0%	17.4%	22.6%	25.0%	21.4%
합계	명	42	46	155	28	271
	%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

7) 사고 발생형태별 분포

〈표 3-27〉은 중량물 취급유형에 따른 사고 발생형태 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 작업관련질병(33.6%), 끼임(25.1%), 물체에 맞음(16.2%), 부딪힘(9.6%), 넘어짐(5.9%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 사고 발생형태 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 106.756$, $p < 0.001$). 기타를 제외하고 보면 카트이동은 넘어짐(37.5%), 물체에 맞음(22.7%), 부딪힘(34.6%)이 상대적으로 높게 나타났고 밀기/당기기는 끼임(55.9%), 물체에 맞음(34.1%), 부딪힘(30.8%)이 상대적으로 높게 나타났다. 인력운반은 직업관련질병(63.7%), 떨어짐(100.0%), 절단/베임/찢림(75.0%)이 상대적으로 높게 나타났고 들기/내리기는 작업관련질병(27.5%), 넘어짐(25.0%), 물체에 맞음(22.7%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-28〉은 중량물 형태에 따른 사고 발생형태 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 사고 발생형태 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 109.512$, $p < 0.001$). 기타를 제외하고 보면 박스는 떨어짐(50.0%), 작업관련질병(34.1%)이 상대적으로 높게 나타났고 금형

/지그는 끼임(42.6%)이 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 절단/베임/절림(100.0%), 작업관련질병(60.4%), 물체에 맞음(56.8%)이 상대적으로 높게 나타났고 대차는 넘어짐(37.5%), 물체에 맞음(22.7%), 부딪힘(34.6%)이 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-27〉 중량물 취급유형에 따른 사고발생형태 분포(단위: 명, %)

발생 형태		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
작업 관련 질병	명	25	58	5	3	91
	%	27.5%	63.7%	5.5%	3.3%	100.0%
		43.1%	60.4%	6.4%	7.7%	33.6%
끼임	명	13	8	38	9	68
	%	19.1%	11.8%	55.9%	13.2%	100.0%
		22.4%	8.3%	48.7%	23.1%	25.1%
넘어짐	명	4	3	3	6	16
	%	25.0%	18.8%	18.8%	37.5%	100.0%
		6.9%	3.1%	3.8%	15.4%	5.9%
떨어짐	명	0	2	0	0	2
	%	0.0%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	2.1%	0.0%	0.0%	0.7%
물체에 맞음	명	10	9	15	10	44
	%	22.7%	20.5%	34.1%	22.7%	100.0%
		17.2%	9.4%	19.2%	25.6%	16.2%
부딪힘	명	3	6	8	9	26
	%	11.5%	23.1%	30.8%	34.6%	100.0%
		5.2%	6.3%	10.3%	23.1%	9.6%
절단/ 베임/ 절림	명	0	3	1	0	4
	%	0.0%	75.0%	25.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	3.1%	1.3%	0.0%	1.5%
기타	명	3	7	8	2	20
	%	15.0%	35.0%	40.0%	10.0%	100.0%
		5.2%	7.3%	10.3%	5.1%	7.4%
합계	명	58	96	78	39	271
	%	21.4%	35.4%	28.8%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-28〉 중량물 형태에 따른 사고발생형태 분포(단위: 명, %)

발생형태		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
작업 관련 질병	명	31	2	55	3	91
	%	34.1%	2.2%	60.4%	3.3%	100.0%
		73.8%	4.7%	37.4%	7.7%	33.6%
끼임	명	2	29	28	9	68
	%	2.9%	42.6%	41.2%	13.2%	100.0%
		4.8%	67.4%	19.0%	23.1%	25.1%
넘어짐	명	2	1	7	6	16
	%	12.5%	6.3%	43.8%	37.5%	100.0%
		4.8%	2.3%	4.8%	15.4%	5.9%
떨어짐	명	1	0	1	0	2
	%	50.0%	0.0%	50.0%	0.0%	100.0%
		2.4%	0.0%	0.7%	0.0%	0.7%
물체에 맞음	명	2	7	25	10	44
	%	4.5%	15.9%	56.8%	22.7%	100.0%
		4.8%	16.3%	17.0%	25.6%	16.2%
부딪힘	명	2	1	14	9	26
	%	7.7%	3.8%	53.8%	34.6%	100.0%
		4.8%	2.3%	9.5%	23.1%	9.6%
절단/베 임/찢림	명	0	0	4	0	4
	%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	2.7%	0.0%	1.5%
기타	명	2	3	13	2	20
	%	10.0%	15.0%	65.0%	10.0%	100.0%
		4.8%	7.0%	8.8%	5.1%	7.4%
합계	명	42	43	147	39	271
	%	15.5%	15.9%	54.2%	14.4%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

8) 사고 기인물별 분포

〈표 3-29〉는 중량물 취급유형에 따른 사고 기인물 분포를 나타낸다. 기타 기인물을 제외하고 전체적으로 보면 부품 및 재료(27.3%), 설비기계(17.3%), 용기, 용품, 가구 및 기구(8.5%), 휴대용(인력용) 기계(5.9%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 사고 기인물 분포는 차이

가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 157.347$, $p < 0.001$). 기타 기인물을 제외하면 들기/내리기는 용기, 용품, 가구 및 기구(26.1%)가 상대적으로 높게 나타났고 밀기/당기기는 설비기계(66.0%), 부품 및 재료(43.2%), 건축물 표면(35.3%)이 높게 나타났다. 대차이동은 건축물 표면(29.4%), 휴대용 기구(81.3%), 용기, 용품, 가구 및 기구(17.4%)가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-30〉은 중량물 형태에 따른 사고 기인물 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 사고 기인물 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 157.307$, $p < 0.001$). 기타 기인물을 제외하면 박스는 용기, 용품, 가구 및 기구(26.1%)가 상대적으로 높게 나타났고 금형/지그는 설비/기계(42.6%), 부품 및 재료(31.1%)가 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 부품 및 재료(64.9%), 건축물 표면(70.6%)이 상대적으로 높게 나타났다. 대차는 건축물 표면(23.5%), 휴대용(인력용) 기구(68.8%), 용기, 용품, 가구 및 기구(21.7%)가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-29〉 중량물 취급유형에 따른 사고 기인물 분포(단위: 명, %)

기인물		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
설비 /기계	명	7	7	31	2	47
	%	14.9%	14.9%	66.0%	4.3%	100.0%
		12.1%	7.3%	36.9%	6.1%	17.3%
부품 및 재료	명	15	21	32	6	74
	%	20.3%	28.4%	43.2%	8.1%	100.0%
		25.9%	21.9%	38.1%	18.2%	27.3%
건축물표면	명	3	3	6	5	17
	%	17.6%	17.6%	35.3%	29.4%	100.0%
		5.2%	3.1%	7.1%	15.2%	6.3%
휴대용, 인력용 기구	명	0	1	2	13	16
	%	0.0%	6.3%	12.5%	81.3%	100.0%
		0.0%	1.0%	2.4%	39.4%	5.9%
용기, 용품, 가구 및 기구	명	6	6	7	4	23
	%	26.1%	26.1%	30.4%	17.4%	100.0%
		10.3%	6.3%	8.3%	12.1%	8.5%
기타	명	27	58	6	3	94
	%	28.7%	61.7%	6.4%	3.2%	100.0%
		46.6%	60.4%	7.1%	9.1%	34.7%
합계	명	58	96	84	33	271
	%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-30〉 중량물 형태에 따른 사고 기인물 분포(단위: 명, %)

기인물		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
설비 기계	명	2	20	21	4	47
	%	4.3%	42.6%	44.7%	8.5%	100.0%
		4.8%	43.5%	13.5%	14.3%	17.3%
부품 및 재료	명	2	23	48	1	74
	%	2.7%	31.1%	64.9%	1.4%	100.0%
		4.8%	50.0%	31.0%	3.6%	27.3%
건축물표면	명	1	0	12	4	17
	%	5.9%	0.0%	70.6%	23.5%	100.0%
		2.4%	0.0%	7.7%	14.3%	6.3%
휴대용, 인력용 기구	명	0	1	4	11	16
	%	0.0%	6.3%	25.0%	68.8%	100.0%
		0.0%	2.2%	2.6%	39.3%	5.9%
용기, 용품, 가구 및 기구	명	6	0	12	5	23
	%	26.1%	0.0%	52.2%	21.7%	100.0%
		14.3%	0.0%	7.7%	17.9%	8.5%
기타	명	31	2	58	3	94
	%	33.0%	2.1%	61.7%	3.2%	100.0%
		73.8%	4.3%	37.4%	10.7%	34.7%
합계	명	42	46	155	28	271
	%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

9) 상해부위별 분포

〈표 3-31〉은 중량물 취급유형에 따른 상해부위 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 팔/손목(42.1%), 가슴/허리(26.6%), 다리/발(19.6%), 어깨(7.7%), 안면/두부(2.6%), 목(1.5%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 상해부위 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 26.850$, $p = 0.030$). 들기/내리기에서는 팔/손목(44.8%), 다리/발(20.7%), 어깨(10.3%), 목(1.7%)이 상대적으로 높게 나타났고 인력운반에서는 가슴/허리(33.3%), 목(3.1%), 안면/두부(3.1%)가 상대적으로 높게 나타났다. 밀기/당기기에서는 팔/손목(52.4%)이 상대적으로 높게 나

타났고 대차이동에서는 다리/발(33.3%), 가슴/허리(30.3%), 어깨(9.1%), 안면/두부(9.1%)가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-31〉 중량물 취급유형에 따른 상해부위 분포(단위: 명, %)

상해부위		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
팔/손목	명	26	38	44	6	114
	%	22.8%	33.3%	38.6%	5.3%	100.0%
		44.8%	39.6%	52.4%	18.2%	42.1%
가슴/허리	명	13	32	17	10	72
	%	18.1%	44.4%	23.6%	13.9%	100.0%
		22.4%	33.3%	20.2%	30.3%	26.6%
다리/발	명	12	14	16	11	53
	%	22.6%	26.4%	30.2%	20.8%	100.0%
		20.7%	14.6%	19.0%	33.3%	19.6%
어깨	명	6	6	6	3	21
	%	28.6%	28.6%	28.6%	14.3%	100.0%
		10.3%	6.3%	7.1%	9.1%	7.7%
안면/두부	명	0	3	1	3	7
	%	0.0%	42.9%	14.3%	42.9%	100.0%
		0.0%	3.1%	1.2%	9.1%	2.6%
목	명	1	3	0	0	4
	%	25.0%	75.0%	0.0%	0.0%	100.0%
		1.7%	3.1%	0.0%	0.0%	1.5%
합계	명	58	96	84	33	271
	%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-32〉는 중량물 형태에 따른 상해부위 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 상해부위 분포는 차이가 있는 것으로 나타났다($\chi^2 = 25.661$, $p = 0.042$). 박스는 가슴/허리(42.9%)가 상대적으로 높게 나타났고 금형/지그는 팔/손목(60.9%), 안면/두부(4.3%)가 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 팔/손목(43.2%), 목(2.6%)이 상대적으로 높게 나타났고 대차는 다리/발(35.7%), 가슴/허리(32.1%), 어깨(10.7%), 안면/두부(3.6%)가 상대적으로 높게 나타났다.

〈표 3-32〉 중량물 형태에 따른 상해부위 분포(단위: 명, %)

상해부위		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
팔/손목	명	14	28	67	5	114
	%	12.3%	24.6%	58.8%	4.4%	100.0%
		33.3%	60.9%	43.2%	17.9%	42.1%
가슴/허리	명	18	7	38	9	72
	%	25.0%	9.7%	52.8%	12.5%	100.0%
		42.9%	15.2%	24.5%	32.1%	26.6%
다리/발	명	7	6	30	10	53
	%	13.2%	11.3%	56.6%	18.9%	100.0%
		16.7%	13.0%	19.4%	35.7%	19.6%
어깨	명	3	3	12	3	21
	%	14.3%	14.3%	57.1%	14.3%	100.0%
		7.1%	6.5%	7.7%	10.7%	7.7%
안면/두부	명	0	2	4	1	7
	%	0.0%	28.6%	57.1%	14.3%	100.0%
		0.0%	4.3%	2.6%	3.6%	2.6%
목	명	0	0	4	0	4
	%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	2.6%	0.0%	1.5%
합계	명	42	46	155	28	271
	%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

10) 상해종류별 분포

〈표 3-33〉은 중량물 취급유형에 따른 상해종류 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 골절/압괴/절단/탈구(45.4%), 염좌(20.3%), 추간판 탈출증(14.0%), 파열(12.5%), 좌상/열상/찰과상(4.8%), 뇌경색/뇌출혈/뇌진탕

(1.1%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 상해종류 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 28.553$, $p = 0.054$).

〈표 3-33〉 중량물 취급유형에 따른 상해종류 분포(단위: 명, %)

상해종류		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
골절/압궐 /절단/탈구	명	28	34	45	16	123
	%	22.8%	27.6%	36.6%	13.0%	100.0%
		48.3%	35.4%	53.6%	48.5%	45.4%
염좌	명	14	23	12	6	55
	%	25.5%	41.8%	21.8%	10.9%	100.0%
		24.1%	24.0%	14.3%	18.2%	20.3%
추간판탈출증	명	5	22	6	5	38
	%	13.2%	57.9%	15.8%	13.2%	100.0%
		8.6%	22.9%	7.1%	15.2%	14.0%
파열	명	10	8	14	2	34
	%	29.4%	23.5%	41.2%	5.9%	100.0%
		17.2%	8.3%	16.7%	6.1%	12.5%
좌상/열상 /찰과상	명	0	5	6	2	13
	%	0.0%	38.5%	46.2%	15.4%	100.0%
		0.0%	5.2%	7.1%	6.1%	4.8%
뇌경색/뇌출 혈/뇌진탕	명	0	1	1	1	3
	%	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
		0.0%	1.0%	1.2%	3.0%	1.1%
기타	명	1	3	0	1	5
	%	20.0%	60.0%	0.0%	20.0%	100.0%
		1.7%	3.1%	0.0%	3.0%	1.8%
합계	명	58	96	84	33	271
	%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-34〉는 중량물 형태에 따른 상해종류 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 상해종류 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 19.944$, $p = 0.336$).

〈표 3-34〉 중량물 형태에 따른 상해종류 분포(단위: 명, %)

상해종류		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
골절/압궐 /절단/탈구	명	13	26	69	15	123
	%	10.6%	21.1%	56.1%	12.2%	100.0%
		31.0%	56.5%	44.5%	53.6%	45.4%
염좌	명	12	7	31	5	55
	%	21.8%	12.7%	56.4%	9.1%	100.0%
		28.6%	15.2%	20.0%	17.9%	20.3%
추간판탈출증	명	10	4	20	4	38
	%	26.3%	10.5%	52.6%	10.5%	100.0%
		23.8%	8.7%	12.9%	14.3%	14.0%
파열	명	6	4	22	2	34
	%	17.6%	11.8%	64.7%	5.9%	100.0%
		14.3%	8.7%	14.2%	7.1%	12.5%
좌상/열상 /찰과상	명	1	4	8	0	13
	%	7.7%	30.8%	61.5%	0.0%	100.0%
		2.4%	8.7%	5.2%	0.0%	4.8%
뇌경색/뇌출 혈/뇌진탕	명	0	1	1	1	3
	%	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
		0.0%	2.2%	0.6%	3.6%	1.1%
기타	명	0	0	4	1	5
	%	0.0%	0.0%	80.0%	20.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	2.6%	3.6%	1.8%
합계	명	42	46	155	28	271
	%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

11) 상해기관별 분포

〈표 3-35〉는 중량물 취급유형에 따른 상해기관 분포를 나타낸다. 기타를 제외하고 전체적으로 보면 골격(42.1%), 척추(26.9%), 관절/인대(22.9%), 피

부(4.4%), 뇌(1.1%), 근육(0.7%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 상해기관 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 21.306$, $p = 0.264$).

〈표 3-35〉 중량물 취급유형에 따른 상해기관 분포(단위: 명, %)

상해기관		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
골격	명	27	32	42	13	114
	%	23.7%	28.1%	36.8%	11.4%	100.0%
		46.6%	33.3%	50.0%	39.4%	42.1%
척추	명	14	34	16	9	73
	%	19.2%	46.6%	21.9%	12.3%	100.0%
		24.1%	35.4%	19.0%	27.3%	26.9%
관절 인대	명	17	21	17	7	62
	%	27.4%	33.9%	27.4%	11.3%	100.0%
		29.3%	21.9%	20.2%	21.2%	22.9%
피부	명	0	5	5	2	12
	%	0.0%	41.7%	41.7%	16.7%	100.0%
		0.0%	5.2%	6.0%	6.1%	4.4%
뇌	명	0	1	1	1	3
	%	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
		0.0%	1.0%	1.2%	3.0%	1.1%
근육	명	0	0	2	0	2
	%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	2.4%	0.0%	0.7%
기타	명	0	3	1	1	5
	%	0.0%	60.0%	20.0%	20.0%	100.0%
		0.0%	3.1%	1.2%	3.0%	1.8%
합계	명	58	96	84	33	271
	%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-36〉은 중량물 형태에 따른 상해기관 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 상해기관 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 19.630$, $p = 0.354$).

〈표 3-36〉 중량물 형태에 따른 상해기관 분포(단위: 명, %)

상해기관		박스	금형/ 지그	재료/ 부품/ 완제품	대차	합계
골격	명	13	26	62	13	114
	%	11.4%	22.8%	54.4%	11.4%	100.0%
		31.0%	56.5%	40.0%	46.4%	42.1%
척추	명	18	6	41	8	73
	%	24.7%	8.2%	56.2%	11.0%	100.0%
		42.9%	13.0%	26.5%	28.6%	26.9%
관절 인대	명	10	9	38	5	62
	%	16.1%	14.5%	61.3%	8.1%	100.0%
		23.8%	19.6%	24.5%	17.9%	22.9%
피부	명	1	3	8	0	12
	%	8.3%	25.0%	66.7%	0.0%	100.0%
		2.4%	6.5%	5.2%	0.0%	4.4%
뇌	명	0	1	1	1	3
	%	0.0%	33.3%	33.3%	33.3%	100.0%
		0.0%	2.2%	0.6%	3.6%	1.1%
근육	명	0	0	2	0	2
	%	0.0%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%
		0.0%	0.0%	1.3%	0.0%	0.7%
기타	명	0	1	3	1	5
	%	0.0%	20.0%	60.0%	20.0%	100.0%
		0.0%	2.2%	1.9%	3.6%	1.8%
합계	명	42	46	155	28	271
	%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

12) 근로손실일수별 분포

〈표 3-37〉은 중량물 취급유형에 따른 근로손실일수 분포를 나타낸다. 전체적으로 보면 180일 이상(38.7%), 61~120일 이하(23.2%), 60일 이하(21.4%), 121~180일 이하(16.6%)순으로 나타났다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 취급유형에 따른 근로손실일수 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 8.629$, $p = 0.472$).

〈표 3-37〉 중량물 취급유형에 따른 근로손실일수 분포(단위: 명, %)

근로손실일수		들기/ 내리기	인력운반	밀기/ 당기기	대차이동	합계
60일 이하	명	10	24	17	7	58
	%	17.2%	41.4%	29.3%	12.1%	100.0%
		17.2%	25.0%	20.2%	21.2%	21.4%
61~ 120일 이하	명	17	16	22	8	63
	%	27.0%	25.4%	34.9%	12.7%	100.0%
		29.3%	16.7%	26.2%	24.2%	23.2%
121~ 180일 이하	명	14	15	11	5	45
	%	31.1%	33.3%	24.4%	11.1%	100.0%
		24.1%	15.6%	13.1%	15.2%	16.6%
180일 이상	명	17	41	34	13	105
	%	16.2%	39.0%	32.4%	12.4%	100.0%
		29.3%	42.7%	40.5%	39.4%	38.7%
합계	명	58	96	84	33	271
	%	21.4%	35.4%	31.0%	12.2%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

〈표 3-38〉은 중량물 형태에 따른 근로손실일수 분포를 나타낸다.

카이제곱 검정에 의하면 중량물 형태에 따른 근로손실일수 분포는 차이가 없는 것으로 나타났다($\chi^2 = 7.990$, $p = 0.535$).

〈표 3-38〉 중량물 형태에 따른 근로손실일수 분포(단위: 명, %)

근로손실일수		박스	금형/지그	재료/부품 /완제품	대차	합계
60일 이하	명	8	8	37	5	58
	%	13.8%	13.8%	63.8%	8.6%	100.0%
		19.0%	17.4%	23.9%	17.9%	21.4%
61~ 120일 이하	명	8	8	39	8	63
	%	12.7%	12.7%	61.9%	12.7%	100.0%
		19.0%	17.4%	25.2%	28.6%	23.2%
121~ 180일 이하	명	9	5	26	5	45
	%	20.0%	11.1%	57.8%	11.1%	100.0%
		21.4%	10.9%	16.8%	17.9%	16.6%
180일 이상	명	17	25	53	10	105
	%	16.2%	23.8%	50.5%	9.5%	100.0%
		40.5%	54.3%	34.2%	35.7%	38.7%
합계	명	42	46	155	28	271
	%	15.5%	17.0%	57.2%	10.3%	100.0%
		100.0%	100.0%	100.0%	100.0%	100.0%

IV. 중량물 작업의 위험성 평가

4.1 연구방법

제 III 장의 연구결과 중량물 취급작업에서 발생하는 사고 유형은 요통 등 작업관련질병 뿐만 아니라 업무상 사고로 분류되는 끼임, 떨어짐, 부딪힘, 넘어짐 등 매우 다양한 것으로 나타났다. 이렇게 다양한 유형의 사고를 예방하기 위해서는 공정별로 위험요인을 집중적으로 관리할 수 있는 Risk Matrix가 필요하다.

본 연구에서는 공정별 Risk Matrix를 만들기 위해 제 III 장에서 이용한 산업재해통계 자료를 사용하여 재해빈도와 근로손실일수를 도출하였다. 또한, Risk Matrix는 사고발생 공정, 기인물(위험요인), 사고 발생유형이 구체적으로 명시되어야 하기 때문에 본 연구에서는 공정, 기인물(위험요인), 사고유형에서의 기타 항목과 재해발생빈도가 낮은 1.5%미만의 사고유형을 제외하였다. 다만, 사망자가 발생한 사고유형은 재해발생빈도가 낮더라도 재해가 발생하면 중대재해로 이어질 수 있기 때문에 본 연구에 포함시켰다.

4.1.1 위험수준의 정의와 분류

위험성 평가 수행을 위한 위험수준은 사고발생 확률수준(accident probability levels)과 사고 심각도 수준(accident severity levels)의 조합으로 정의한다(김정남, 2017). 다시 말하면, 사고발생 확률수준은 사고발생 빈도로 볼 수 있으며 사고 심각도 수준은 사고발생 강도로 볼 수 있다.

본 연구에서는 Risk Matrix를 만들기 위해 사고발생 확률수준은 공정별 기인물(중량물 작업유형)에 의한 재해자 특성 중 전체 재해자의 빈도 수준을 고려하여 등급을 분류하였고 사고 심각도는 공정별 근로손실일수와 장해자 비율을 고려하여 등급을 분류하였다.

사고발생 확률수준(F)은 <표 4-2>에 나타난 공정별 기인물(중량물 작업유형)에 의한 사고유형 특성 중 전체 재해자의 빈도 수준을 고려하여 수준

1(2% 미만), 수준 2(2% 이상부터 4% 미만), 수준 3(4% 이상)으로 분류하였다. 사고 심각도 수준(S)은 <표 4-2>에 나타난 공정별 기인물(중량물 작업유형)에 의한 사고유형 특성 중 장애자와 부상자의 근로손실일수와 장애자의 비율, 사망자 등을 고려하여 수준 1(근로손실일수 130일 미만, 장애자 비율이 1% 미만), 수준 2(근로손실일수 130일 이상~180일 미만, 장애자 비율 1% 이상~5% 미만), 수준 3(사망자 발생, 근로손실일수 180일 이상, 장애자 비율 5%이상)으로 분류하였다. 위험 수준(C)은 사고발생 확률수준(F)과 사고 심각도 수준(S)의 합으로 수준 1($F+S=3$ 이하), 수준 2($F+S=4$), 수준 3($F+S=3$ 이하)으로 분류하였다.

등급 분류를 위한 기준 값을 마련하기 위해 <표 4-2>의 기준값(재해발생 빈도, 근로손실일수, 장애자 비율)을 파레토 법칙을 적용하여 누적비율이 80%에 해당되는 값을 기준으로 수준 3(고 위험)을 설정하였고 수준 3(고 위험)을 제외한 값을 다시 파레토 법칙을 적용하여 누적비율이 80%에 해당되는 값을 기준으로 수준 2(중 위험)를 설정하였으며 나머지는 수준 1(저 위험)로 설정하였다. 위험수준(C)도 위와 마찬가지로 수준 1(고 위험), 수준 2(저 위험), 수준 3(고 위험)으로 분류하기 위해 파레토 법칙을 적용하였다.

<표 4-1> 사고 빈도 및 심각도 위험수준의 정의와 분류

빈도 (F)			심각도 (S)			위험수준 (C)		
재해발생 비율	수준		근로손실일수	수준		$C=F+S$	수준	
2% 미만	저 (L)	1	130일 미만 장애자 비율 1%미만	저 (L)	1	3이하	저 (L)	1
2%이상~ 4%미만	중 (M)	2	130일~179일 장애자 비율 1% 이상 ~ 5% 미만	중 (M)	2	4	중 (M)	2
4%이상	고 (H)	3	180일 이상 장애자 비율 5%이상 사망자 발생	고 (H)	3	5이상	고 (H)	3

4.2 자동차 부품 제조공정의 위험성 평가

〈표 4-2〉는 자동차 부품 제조공정별 위험관리를 나타낸다.

〈표 4-2〉 자동차 부품 제조공정별 위험관리

공정	위험요인	사고유형	가능성		심각도				위험등급	
			빈도(%)	F	사망자	장해자	손실일수 (장해자, 부상자)	S	C= F+S	수준
					빈도(%)	빈도(%)	평균 (표준편차)			
물류	운행중인 지게차(대차) 바퀴	끼임	30 (2.9%)	M	.	8 (2.4%)	200.90 (122.688)	H	5	H
	운행하는 지게차	부딪힘	23 (2.2%)	M	.	4 (1.2%)	208.43 (219.127)	H	5	H
	적재상태가 불량인 재료	부딪힘/맞음	27 (2.6%)	M	.	8 (2.4%)	142.81 (95.138)	M	4	M
	바닥의 장애물, 난간 없는 높은 곳	넘어짐/떨어짐	16 (1.6%)	L	0 (0.0%)	3 (0.9%)	177.44 (147.173)	M	3	L
	적재대 말기/당기기	맞음	2 (0.2%)	L	1 (12.5%)	0 (0.0%)	56.00 (.)	H	4	M
성형 가공 조립	기계설비 오조작 오작동	끼임/절단	576 (55.9%)	H	2 (25.0%)	228 (67.3%)	395.33 (647.406)	H	6	H
	기계설비 오조작 오작동	맞음	43 (4.2%)	H	1 (12.5%)	11 (3.2%)	287.05 (643.123)	H	6	H
	금형(지그) 설치	끼임	83 (8.1%)	H	.	26 (7.7%)	218.05 (466.510)	H	6	H
	바닥에 적재된 재료	부딪힘	48 (4.7%)	H	.	7 (2.1%)	132.13 (135.541)	M	5	H
	경사로/미끄러운 바닥/사다리	넘어짐/떨어짐	38 (3.7%)	M	.	4 (1.2%)	168.84 (158.037)	M	4	M
	핸드그라인터 작동중 부주의	배임	24 (2.3%)	M	.	2 (0.6%)	116.83 (98.792)	L	3	L
	망치 작업중 부주의	맞음	19 (1.8%)	L	.	2 (0.6%)	150.37 (93.376)	M	3	L
시험 검사 포장	검사장비 들기 (중량물 취급)	끼임	20 (1.9%)	L	2 (25.0%)	6 (1.8%)	316.33 (544.930)	H	4	M
유지 보수	유지보수 대상 설비(중량물 취급)	끼임	44 (4.3%)	M	1 (12.5%)	19 (5.6%)	260.30 (256.736)	H	5	H
	작동중인 모터 채인 또는 금형 (중량물 취급)	끼임	20 (1.9%)	L	1 (12.5%)	8 (2.4%)	223.00 (207.457)	H	4	M
	기계 위 사다리 고소작업	떨어짐	18 (1.7%)	L	.	3 (0.9%)	189.22 (135.869)	H	4	M

고 위험 사고는 물류공정에서 운행하는 지게차(대차) 바퀴와 대차에 사이에 끼임 사고와 운행하는 지게차와 부딪힘 사고로 나타났고 성형/가공/조립공정에서는 기계설비에 의한 끼임(절단) 사고, 기계설비에 의한 맞음 사고, 금형

(지그)에 의한 끼임 사고, 적재된 재료와 부딪힘 사고로 나타났다. 유지보수공정에서는 유지보수 대상 설비에 의한 끼임 사고로 나타났다. 중 위험 사고는 물류공정에서 재료(철판)에 부딪히거나 재료(철판), 제품에 맞는 사고, 적재대가 쓰러져 맞음 사고로 나타났다. 성형/가공/조립공정에서는 바닥에서 넘어지거나 사다리에서 떨어짐 사고로 나타났다. 시험/검사/포장공정에서는 검사 장비로 인한 끼임 사고로 나타났다. 유지보수공정에서는 작동중인 모터 체인 또는 금형에 의한 끼임 사고와 기계 위 또는 사다리에서 떨어짐 사고로 나타났다. 저 위험 사고는 물류공정에서 바닥에서 넘어지거나 높은 곳에서 떨어지는 사고로 나타났고 성형/가공/조립공정에서는 핸드그라인더로 인한 베임 사고, 망치로 인한 맞음 사고로 나타났다.

〈표 4-3〉 자동차 부품 제조공정에 대한 Risk Matrix

심각도(S) 빈도(F)		고(3)	중(2)	저(1)
		180일 이상 장해자 비율 5%이상 사망자 발생	130일~179일 장해자 비율 1% 이상 ~ 5% 미만	130일 미만 장해자 비율 1%미만
고(3)	4% 이상	성형/가공/조립 기계설비: 끼임, 절단 기계설비: 맞음 금형(지그): 끼임	성형/가공/조립 부속품(재료): 부딪힘	
중(2)	2%이상 ~ 4%미만	물류 자재차, 대차: 끼임 자재차: 부딪힘 유지보수 유지보수: 끼임	물류 재료(철판): 부딪힘 재료(철판), 제품: 맞음 성형/가공/조립 경사로, 바닥: 넘어짐 사다리: 떨어짐	
저(1)	2% 미만	물류 적재대: 맞음 시험/검사/포장 검사장비: 끼임 유지보수 모터체인, 금형: 끼임 기계 위, 사다리: 떨어짐	물류 문턱(장해물): 넘어짐 난간 아래: 떨어짐 성형/가공/조립 핸드그라인더: 베임 망치: 맞음	

〈표 4-3〉은 〈표 4-1〉의 사고빈도 및 심각도 위험수준의 정의와 분류를 기준으로 〈표 4-2〉의 자동차 부품 제조공정별 위험관리를 Matrix화하여 정리

한 것으로 각각의 셀은 위험성 있는 공정과 재해특성을 보여준다.

4.3 중량물 취급작업의 위험성 평가

4.3.1 공정별 위험성 평가

〈표 4-4〉는 중량물 취급작업에 대한 공정별 위험관리를 나타낸다.

〈표 4-4〉 중량물 취급작업에 대한 공정별 위험관리

공정	위험 요인 (기인물)	사고유형	가능성		심각도				위험등급	
			빈도 (%)	F	사망자	장해자	손실일수 (장해자, 부상자)	S	C= F+S	수준
					빈도 (%)	빈도 (%)	평균 (표준편차)			
물류	노출된 화전장치	끼임	3 (2.0%)	M	.	3 (5.8%)	297.7 (99.5)	H	5	H
	사이확보 안된 대차이동	부딪힘	5 (3.3%)	M	.	1 (1.9%)	246.8 (374.0)	H	5	H
	날카로운 안자재	끼임/배임	4 (2.6%)	M	.	1 (1.9%)	244.5 (264.9)	H	5	H
	불안정한 적재 물	맞음	18 (11.9%)	H	.	5 (9.6%)	121.9 (72.7)	H	6	H
	불안정한 바닥 상태	떨어짐/ 넘어짐	8 (5.3%)	H	.	2 (3.8%)	170.5 (194.4)	M	5	H
	불안정한 적재대 말기/당기기	맞음	2 (1.3%)	L	1 (100%)	0 (0.0%)	3778.0 (5,263.7)	H	4	M
	대차(팔레트) 이 동	끼임	5 (3.3%)	M	.	1 (1.9%)	287.2 (489.6)	H	5	H
	대차에 적재된 물건	부딪힘/맞음	9 (6.0%)	H	.	2 (3.8%)	152.3 (95.4)	M	5	H
	무거운 박스 취 급	끼임	9 (6.0%)	H	.	3 (5.8%)	135.8 (64.1)	H	6	H
	불안정한 박스적 재	맞음/부딪힘	4 (2.6%)	M	.	1 (1.9%)	113.3 (86.9)	M	4	M
성형 가공 조립	불안정한 설비/ 기계	끼임	24 (15.9%)	H	.	17 (32.7%)	768.4 (982.2)	H	6	H
	불안정한 설비/ 기계	맞음	6 (4.0%)	H	.	1 (1.9%)	264.7 (416.4)	H	6	H
	무거운 금형 취 급	끼임	13 (8.6%)	H	.	6 (11.5%)	230.3 (208.3)	H	6	H
	불안정한 금형 적재	맞음/부딪힘	18 (11.9%)	H	.	3 (5.8%)	149.4 (183.6)	H	6	H
	미끄러운 바닥	넘어짐	3 (2.0%)	M	.	.	102.3 (27.2)	L	3	L
시험 검사 포장	무거운 검사장 비(들기/내리 기)	끼임	3 (2.0%)	M	.	1 (1.9%)	102.3 (48.8)	M	4	M
유지 보수	무거운 설비들 기내리/기	끼임	3 (2.0%)	M	.	2 (3.8%)	150.7 (81.0)	M	4	M

고 위험 사고는 물류공정에서 노출된 회전장치에 의한 끼임 사고, 지게차에 의한 부딪힘 사고, 원자재 및 재료(철재)에 의한 끼임(베임) 사고, 적재된 제품, 부품 및 재료에 의한 맞음 사고, 위에서 떨어지거나 바닥, 문턱, 경사로에 의한 넘어짐 사고, 대차(팔레트)에 의한 끼임 사고, 대차에 의한 부딪히거나 대차 적재물에 의한 맞음 사고, 박스에 의한 끼임 사고로 나타났다. 성형/가공/조립공정에서는 기계에 의한 끼임 사고, 설비기계에 의한 맞음 사고, 금형(지그)에 의한 끼임 사고, 금형(지그)에 의해 맞거나 부딪힘 사고로 나타났다. 중 위험 사고는 물류공정에서 적재대에 의한 맞음 사고, 박스에 의한 부딪힘(맞음) 사고로 나타났고 시험/검사/포장공정에서는 검사(시험)장비에 의한 끼임 사고로 나타났다. 유지보수공정에서는 유지보수 대상 설비에 의한 끼임 사고로 나타났다. 저 위험 사고는 성형/가공/조립공정에서 바닥에 의한 넘어짐 사고로 나타났다.

〈표 4-5〉 중량물 취급작업에 대한 공정별 Risk Matrix

심각도(S) 빈도(F)		고(3)	중(2)	저(1)
		180일 이상 장해자 비율 5%이상 사망자 발생	130일~179일 장해자 비율 1% 이상 ~ 5% 미만	130일 미만 장해자 비율 1%미만
고(3)	4% 이상	물류 제품, 부품 및 재료(철재): 맞음 무거운 박스: 끼임 성형/가공/조립 기계설비: 끼임 설비기계: 맞음 금형(지그): 맞음, 부딪힘 금형(지그): 끼임	물류 랙 위: 떨어짐 바닥, 문턱(장해물), 경사 로: 넘어짐 대차: 부딪힘 대차 적재물: 맞음	
중(2)	2%이상 ~ 4%미만	물류 자동 이송장치, 자동박스 작재기(회전장치): 끼임 지게차: 부딪힘 원자재 및 재료(철재): 끼 임, 베임 대차(팔레트): 끼임	물류 박스: 맞음, 부딪힘 시험/검사/포장 검사장비: 끼임 유지보수 유지보수 대상 설비: 끼임	성형/가공/조립 바닥: 넘어짐
저(1)	2% 미만	물류 제품 적재대: 맞음		

〈표 4-5〉는 〈표 4-1〉의 사고빈도 및 심각도 위험수준의 정의와 분류를 기준으로 〈표 4-4〉의 중량물 취급작업에 대한 공정별 위험관리를 Matrix화 하여 정리한 것으로 각각의 셀은 위험성 있는 공정과 재해특성을 보여준다.

4.3.2 중량물 취급유형별 위험성 평가

〈표 4-6〉은 중량물 취급유형에 대한 공정별 위험관리를 나타낸다.

〈표 4-6〉 중량물 취급유형에 대한 공정별 위험관리

공정	중량물 취급유형	사고유형	가능성		심각도				위험등급	
			빈도 (%)	F	사망자	장해자	손실일수 (장해자, 부상자)	S	C= F+S	수준
					빈도 (%)	빈도 (%)	평균 (표준편차)			
물류	들기/내리기	까임	3 (2,2%)	M	.	1 (2,1%)	138.33 (51,52)	M	4	M
	들기/내리기	맞음/부딪힘	3 (2,2%)	M	.	1 (2,1%)	79.00 (72,09)	M	4	M
	안력완만	까임/배임	5 (3,6%)	M	.	2 (4,3%)	171.80 (75,85)	M	4	M
	안력완만	남아짐/떨어짐	4 (2,9%)	M	.	0 (0,0%)	108.00 (87,82)	L	3	L
	안력완만	맞음	6 (4,3%)	H	.	1 (2,1%)	86.33 (75,96)	M	5	H
	말기/당기기	까임	8 (5,8%)	H	.	4 (8,5%)	240.50 (191,95)	H	6	H
	말기/당기기	맞음/부딪힘	10 (7,2%)	H	.	2 (4,3%)	114.10 (79,53)	M	5	H
	대차이동	까임	7 (5,0%)	H	.	2 (4,3%)	242.71 (409,6)	H	6	H
	대차이동	남아짐	6 (4,3%)	H	.	1 (2,1%)	186.83 (218,72)	H	6	H
	대차이동	맞음/부딪힘	19 (13,7%)	H	1 (100%)	5 (10,6%)	574.37 (1,687,74)	H	6	H
성형 가공 조립	들기/내리기	까임	7 (5,0%)	H	.	1 (2,1%)	185.00 (130,28)	H	6	H
	들기/내리기	남아짐	3 (2,2%)	M	.	0 (0,0%)	66.33 (28,29)	L	3	L
	들기/내리기	맞음	7 (5,0%)	H	.	2 (4,3%)	142.57 (53,87)	H	6	H
	안력완만	까임	5 (3,6%)	M	.	2 (4,3%)	134.80 (101,71)	H	5	H
	안력완만	맞음/부딪힘	9 (6,5%)	H	.	1 (2,1%)	261.89 (414,34)	H	6	H
	말기/당기기	까임	27 (19,4%)	H	.	21 (44,7%)	722.85 (940,36)	H	6	H
	말기/당기기	부딪힘	10 (7,2%)	H	.	1 (2,1%)	107.30 (30,37)	M	5	H

고 위험 사고는 물류공정에서 인력운반 중 맞음 사고, 밀기/당기기 중 끼임 사고, 밀기/당기기 중 맞음/부딪힘 사고, 대차이동 중 끼임 사고, 대차이동 중 넘어짐 사고, 대차이동 중 맞음/부딪힘 사고로 나타났고 성형/가공/조립 공정에서는 들기/내리기 중 끼임 사고, 들기/내리기 중 맞음 사고, 인력운반 중 끼임 사고, 인력운반 중 맞음/부딪힘 사고, 밀기/당기기 중 끼임 사고, 밀기/당기기 중 부딪힘 사고로 나타났다. 중 위험 사고는 물류공정에서 들기/내리기 중 끼임 사고, 들기/내리기 중 맞음/부딪힘 사고, 인력운반 중 끼임/베임 사고로 나타났다. 저 위험 사고는 물류공정에서 인력운반 중 넘어짐(떨어짐) 사고로 나타났고 성형/가공/조립공정에서는 들기/내리기 중 넘어짐 사고로 나타났다.

〈표 4-7〉 중량물 취급유형에 대한 공정별 Risk Matrix

심각도(S) 빈도(F)		고(3)	중(2)	저(1)
		180일 이상 장해자 비율 5%이상 사망자 발생	130일~179일 장해자 비율 1% 이상 ~ 5% 미만	130일 미만 장해자 비율 1%미만
고(3)	4% 이상	물류 밀기/당기기: 끼임 대차이동: 넘어짐 대차이동: 맞음, 부딪힘 성형/가공/조립 들기/내리기: 끼임 들기/내리기: 맞음 밀기/당기기: 끼임 인력운반: 맞음, 부딪힘	물류 인력운반: 맞음 밀기/당기기: 맞음, 부딪힘 대차이동: 끼임 성형/가공/조립 밀기/당기기: 부딪힘	
중(2)	2%이상 ~ 4%미만	성형/가공/조립 인력운반: 끼임	물류 들기/내리기: 끼임 들기/내리기: 맞음, 부딪힘 인력운반: 끼임, 베임	물류 인력운반: 넘어짐, 떨어짐 성형/가공/조립 들기/내리기: 넘어짐
저(1)	2% 미만			

〈표 4-7〉은 〈표 4-1〉의 사고빈도 및 심각도 위험수준의 정의와 분류를 기준으로 〈표 4-6〉의 중량물 취급유형에 대한 공정별 위험관리를 Matrix화 하여 정리한 것으로 각각의 셀은 위험성 있는 공정과 재해특성을 보여준다.

V. 중량물 취급사고 예방 가이드라인

본 연구에서 제시하는 중량물 취급사고 예방 가이드라인은 제 III 장과 제 IV 장의 연구결과를 토대로 제시하였다. 제 III 장과 제 IV 장의 연구결과의 요약은 아래와 같다.

제 III 장에서 중량물 취급유형 중 들기/내리기와 인력운반에서 요통 등이 포함된 작업관련질병이 상대적으로 높게 나타났고 밀기/당기기에서는 끼임, 물체에 맞음, 부딪힘이 상대적으로 높게 나타났다. 카트이동시 사고 발생형태는 넘어짐, 맞음, 부딪힘이 상대적으로 높게 나타났다.

중량물 형태로 보면 박스는 작업관련질병, 떨어짐이 상대적으로 높게 나타났다. 재료/부품/완제품은 작업관련질병, 맞음, 절단/베임/찔림이 상대적으로 높게 나타났고 대차는 넘어짐, 맞음, 부딪힘이 상대적으로 높게 나타났다.

제 IV 장에서 중량물 사고에 대한 Risk Matrix를 보면 고 위험군은 대부분 물류공정과 성형공정에 발생하는 것으로 나타났고 기인물은 주로 설비/기계, 금형(지그), 제품/부품/재료로 나타났다. 사고유형은 대부분 끼임 사고, 맞음/부딪힘 사고인 것으로 나타났다.

중량물 취급유형에 대한 Risk Matrix도 고 위험군은 주로 물류공정, 성형공정에서 발생하는 것으로 나타났고 사고 유형도 대부분 끼임 사고, 맞음/부딪힘 사고인 것으로 나타났다.

제 III 장과 제 IV 장의 연구결과를 종합하면 박스, 부품, 완제품 등의 중량물을 들기/내리기, 인력운반 중 발생하는 작업관련질병(요통 및 근골격계질환)에 대한 대책이 시급하고 성형/가공/조립공정과 물류공정에서는 설비/기계, 금형(지그), 제품/부품/재료에 의한 끼임, 맞음, 부딪힘 사고에 대한 대책이 시급한 것으로 나타났다.

5.1 요통 등 근골격계질환 예방 가이드라인

5.1.1 준비단계

중량물 취급작업 시작전 준비단계에서의 내용은 인력운반 안전작업에 관한 지침(안전보건공단, 2011)에서 요약하였다.

5.1.1.1 중량물 취급 전 준수사항

- (1) 작업 개시 전에 요통 방지를 위한 스트레칭 실시
- (2) 운반통로 확인 및 장애물 제거(안전 통로 확보)
- (3) 작업자의 능력(체력 등)을 고려한 작업 배치
- (4) 운반하역 작업시 고려되어야 할 복장 및 보호구
 - ① 작업복 소매는 손목에 밀착되는 구조, 상의 옷자락은 하의 속으로 넣음.
 - ② 하의 바지자락은 안전화 속에 넣거나 또는 각반 등을 이용하여 발목에 밀착
 - ③ 안전모, 안전화 및 안전장갑은 검정 합격품을 사용하고 신체에 맞게 착용
 - ④ 분진작업장에서는 검정에 합격한 방진마스크와 보안경 착용
 - ⑤ 유해 · 위험물을 취급할 경우 유해 · 위험물로부터 방호할 수 있는 보호구 착용
- (5) 작업조건, 작업환경, 중량물 형태, 작업자 특성 등을 고려하여 안전한 작업 중량 설정

5.1.1.2 인력운반 안전대책

- (1) 사람의 힘보다는 기계의 힘을 사용(인력운반 ⇒ 운반기계로 전환)
- (2) 사람이 중량물을 들 경우 취급물의 중량기준 설정
- (3) 올바른 중량물 취급자세 유지
- (4) 중량물 작업시 표준안전작업 준수
- (5) 작업자 건강관리 철저

- (6) 위험요소 사전 제거
- (7) 작업시작부터 종료까지 세심한 주의와 점검

5.1.1.3 인력운반 작업 시 근로자의 임무

- (1) 작업표준에 의한 정확한 작업방법을 익힐 것
- (2) 작업에 충분한 체력 유지 및 단련
- (3) 본인 능력에 벗어나는 작업일 경우 작업 중지 할 것
- (4) 중량물 취급시 확실하고 견고하게 잡을 것
- (5) 작업복, 보호장구 착용 철저
- (6) 작업 전에 반드시 스트레칭 실시할 것
- (7) 작업 지휘자의 지시에 의거 작업할 것

5.1.1.4 인력운반 작업시 관리감독자의 임무

- (1) 작업환경 정비
- (2) 작업장 바닥 및 통로 등의 시설 정비
- (3) 작업방법(작업표준) 교육 및 훈련
- (4) 작업자 복장 및 안전보호구 착용상태 확인
- (5) 근로자의 건강 및 특성 파악 후 작업 배치
- (6) 피로도 조사 등 회복과 예방 주력
- (7) 휴양, 휴식을 적정하게 배분
- (8) 작업 전 충분한 스트레칭 실시

5.1.2 들기 단계

5.1.2.1 들기 자세, 들기 빈도, 중량에 따른 가이드라인

들기 단계는 인력운반작업에 있어서 부하가 가장 많이 발생하고 특히 허리 부위에 많은 부하가 발생한다. 들기 단계의 가이드라인을 살펴보면 주로 들기 자세와 빈도, 중량에 대한 가이드라인이 많다(Snook, 1971; Garg and

Saxena, 1979; Mital and Manivasagan, 1983; Aghazadeh, 1985; Aghazadeh, 1986; Asfour et al., 1985; Mital and Fard, 1986; Mital, 1987); Garg and Banaag, 1988; Mital and Wang, 1989; Danz and Ayoub, 1991; Danz and Ayoub, 1992; Chen et al., 1992; Ciriello et al., 1993; Lee et al., 1995; Lee and Chen, 1996a; Lee and Chen, 1996b; Mital and Kumar, 1997; Wu, 1997; Boocock et al., 1998; Chen, 2000; Chen, 2003).

〈표 5-1〉을 보면 들기 자세에 따라 3번 요추(Lumbar 3)에 걸리는 부하는 매우 다르다. 예를 들어, 20kg의 중량물을 무릎을 구부리고 상지를 편 상태에서 들었을 때와 무릎을 편 상태에서 상지를 구부리고 들었을 때를 비교하였을 때 무릎을 구부리고 상지를 편 상태에서 들었을 경우 38%의 부하를 줄일 수 있다(Hansson and Nachemson, 1980; Lee and Jung, 2017).

〈표 5-1〉 상지와 하지의 자세에 의한 3번 요추에 걸리는 부하

들기 자세	부하(kg)
서있는 자세	70
상지를 비튼 자세	90
상지를 측면으로 구부린 자세	95
상지를 20도 구부린 자세	120
양손에 10kg를 든 상태에서 상지를 20도 구부린 자세	185
상지를 편 상태에서 무릎을 구부리고 20kg을 든 자세	210
상지를 구부리고 무릎을 편 상태에서 20kg을 든 자세	340

〈표 5-2〉는 들기 빈도와 중량에 따른 최대 허용 중량에 관하여 위에서 제시한 선행연구(가이드라인)들을 정리하여 최소, 최대, 평균을 낸 것이다. 〈표 5-2〉를 보면 평균적으로 분당 1회 22.7kg, 2회 23.7kg, 3회 22.9kg, 4회 21.1kg, 5회 19.4kg, 6회 18.4kg을 나타냈고 빈도에 따른 감소폭을 보면 전

반적으로 분당 3회까지는 큰 차이를 보이지 않지만 분당 4회 이상부터는 평균적으로 약 1.5kg 이상의 차이가 나타났다(Lee and Jung, 2017).

〈표 5-2〉 들기 빈도에 따른 최대허용무게(단위, kg)

구분	분당 들기 빈도					
	1	2	3	4	5	6
최소	27.5	27.4	28.2	27.5	20.2	18.6
최대	22.7	23.7	22.9	21.1	19.4	18.4
평균	22.7	23.7	22.9	21.1	19.4	18.34

5.1.2.2 Eastman Kodak Company 가이드라인

들기 단계에서의 작업 가이드라인을 아래와 같이 8가지를 제시하고 있다(Eastman Kodak Company, 2004; Lee and Jung, 2017)

- (1) 들기 계획 수립
- (2) 최적의 들기 방법 결정
- (3) 대상물을 견고하게 잡고, 두발을 어깨 너비 벌림
- (4) 힘을 유지하며 최대한 몸에 붙여 들어 올림
- (5) 무거운 대상물은 다리의 힘을 이용
- (6) 들어 올리는 동안 상지를 비틀지 않음
- (7) 중량이 과도할 경우 나누어 실시
- (8) 힘을 발휘할 수 있도록 큰 근육 군을 사용하여 운반 실시

5.1.2.3 North Carolina(N.C)의 노동청 가이드라인

안전한 들기작업을 위하여 7가지를 제시하고 있다(N.C Department of Labor, 2014; Lee and Jung, 2017).

- (1) 중량물의 중량과 무게중심 확인
- (2) 과도한 무게나 부적절한 자세가 발생할 경우 다른 작업자에게 도움을 요청하거나 보조도구를 사용하고 다른 작업자와 함께 작업하는 경우 들기 단계 동안 지속적으로 의사소통하여 작업을 조정
- (3) 인력운반 종착점을 확인하고 중간에 장애물이나 다른 위험 요소가 있는지 확인
- (4) 중량물을 들어 올릴 경우 발을 평평하고 안정적으로 놓고 중량물을 최대한 몸에 붙임
- (5) 중량물은 파워 그립(감싸 쥐기)으로 잡고 핀치 그립(손가락 잡기)은 지양함
- (6) 자연스럽게 부드러운 연속적인 균형 잡힌 동작으로 움직이고 빠르거나 갑작스러운 동작을 취하지 않고 중량물을 들고 있는 상태에서 상체를 비트는 동작을 금지함
- (7) 상체 비틀림, 굽힘, 과도한 뺨침 동작은 요통 위험성을 가중시킬 수 있으므로 최소화함

5.1.3 운반 단계

운반단계의 선행연구를 보면 대부분 팔, 어깨, 허리의 부하를 최소화하기 위해 중량물 취급 자세를 언급하고 있으며 중량물 운반시 전방 시야 확보와 중량물을 허리높이에서 몸에 붙여서 운반하는 것이 팔과 어깨의 부담을 감소시킬 수 있다고 보고 있다(N.C. Department of Labor, 2014; Bhambhani et al., 1997; Lee and Jung, 2017).

국내에서는 화물형태별 인력운반 절차에 대해 ‘인력운반 안전작업에 관한 지침(안전보건공단, 2011)’에서 제시하고 있는데 본 연구에서 사고가 많이 발생한 중량물 유형인 박스형 화물의 인력운반에 관한 사항을 보면 아래와 같다.

5.1.3.1 박스형 화물 운반

- (1) 나의 능력으로 들 수 있는 중량인가 파악
- (2) 운반화물의 상태 및 필요한 보호구 파악
- (3) 운반 경로 및 목적지에서 장애물 유무 파악
- (4) 운반 대상물이 앞발과 뒷발 사이에 적절히 놓이게 하여 몸의 무게중심과 대상물의 무게중심이 일치되게 함
- (5) 시선을 대상물의 무게중심에 두고 허리를 지면에 직각이 되게 하면서 천천히 다리를 굽혀서 대퇴부와 정강이 사이의 각도를 90도로 유지
- (6) 대상물의 무게중심을 고려하여 대칭이 되도록 두 손 전체로 짊 움켜쥐고 들 수 있는지 일단 5~10cm 정도 들어봄
- (7) 다리 힘으로 들어 올리면서 턱은 앞쪽으로 당기고 허리를 바로 펴고 시선은 전방으로 목적지를 향하여 봄
- (8) 들어 올린 후에는 몸 쪽으로 대상물을 붙여서 팔과 몸으로 무게를 분산함

요통 등 근골격계질환 예방 측면에서 참고할 수 있는 중량물 취급작업 해외 가이드라인으로는 Ergonomic Guidelines for Manual Material handling(CDC, 2007), A guide to manual materials handling and back safety(OSHA, 1997), Manual Handling Operations Regulations 1992(HSE, 2016) 등이 있다.

Ergonomic Guidelines for Manual Material handling(CDC, 2007)은 작업장에서의 인력운반작업에 있어서의 위험요인과 중량물 형태(직사각형, 정사각형, 원통형, 자루 등)에 따른 인간공학적 개선 유형 및 효과적인 교육에 대한 정보를 소개하고 있다.

A guide to manual materials handling and back safety(OSHA, 1997)는 인력운반에 있어서 요통 등을 유발할 수 있는 위험요인과 인력운반에 있어서의 안전한 들기 방법을 구체적으로 소개하고 있다.

Manual Handling Operations Regulations 1992(HSE, 2016)는 1992년 개정된 영국의 보건안전법의 설명(법적 의무)과 위험성 평가 방법, 인력운반의 위험요인과 위험요인 제거 또는 제어하는 방법 등을 소개하고 있다.

5.2 끼임 재해 예방 가이드라인

‘협착재해 반으로 줄입니다(안전보건공단, 2008)’와 안전보건공단 교육원 자료 ‘협착재해 예방’에는 끼임 재해 예방을 위한 대책을 제시하고 있는데 내용을 요약하면 다음과 같다.

5.2.1 끼임사고 발생유형

- (1) 프레스, 사출기 등 왕복운동 중인 설비 · 기계 사이에 협착
- (2) 실린더 및 벨트 등 두 회전체의 물림점에 의한 협착
- (3) 컨베이어 및 동력장치 등 회전체에 감겨 협착
- (4) 물건이나 부품 등을 들거나 내려놓는 과정 물건 사이에 신체가 끼여 협착

5.2.2 위험 기계 기구별 협착사고 예방대책

5.2.2.1 프레스에 의한 협착

- (1) 위험요인
 - ① 프레스 작업시 슬라이드 하강 중 금형에 손 협착
 - ② 프레스 점검 또는 청소시 슬라이드 하강
 - ③ 이물질 제거 중 손/손목/팔 등 작업자의 신체가 금형에 협착
 - ④ 점검 또는 보수작업 중 동료가 설비를 작동시켜 금형에 협착
 - ⑤ 동력전달부에 협착
- (2) 재해 예방대책
 - ① 방호장치 설치
 - 양수조작식, 손쳐내기식, 광전자식 등 방호장치 설치
 - 프레스 안전블록 사용
 - ② 안전작업표준 준수

- 급정지장치 및 비상정지장치의 이상유무 확인
- 운전 중에 금형 사이로 손/손목/팔 등을 넣지 않음
- 가공물 송급 · 배출할 때는 수공구 또는 안전장치 사용
- 반드시 작업 종료 후에 청소 및 주유 등을 실시

③ 안전작업수칙 준수

- 보수 또는 점검할 경우 전원스위치 잠금장치를 하고 "점검작업중" 표지판을 부착
- 지정점검자가 점검, 관계자 이외 접근 금지

〈표 5-3〉 프레스 협착 사고에 대한 위험요인과 개선대책

기인물	위험요인	개선대책
프레스	• 작업중 협착 • 점검 또는 청소중 협착 • 이물질 제거 중 협착 • 점검 중 동료나 설비 작동 • 동력전달부에 의한 협착	• 프레스 안전블록 등 방호장치 설치 • 작업전 안전장치 이상유무 확인 등 안전작업표준 준수 • 작업전 전원스위치 잠금장치 등 안전작업수칙 준수

5.2.2.2 사출 등 성형설비에 의한 협착

(1) 위험요인

- ① 금형 교체 · 설치 · 조정작업시 금형과 금형 사이에 협착
- ② 금형내 미취출 성형물 또는 이물질 제거작업 중 협착
- ③ 대형 안전문에 협착
- ④ 점검 · 보수작업 중 다른 작업자가 설비를 가동시켜 금형에 협착

(2) 재해 예방대책

- ① 방호장치 설치
 - 금형교환의 (반)자동화
 - 안전문 연동장치 설치

- 안전문 연동장치 임의해지 금지 및 수시점검 실시
- 제품 자동 취출장치 설치
- ② 안전작업표준 준수
 - 안전문, 연동장치, 비상정지장치 등 안전장치 작동유무 확인
 - 기계를 조정할 경우 운전조작 스위치를 수동으로 하고 반드시 기계를 정지시킨 후 조정
- ③ 안전작업수칙 준수
 - 보수 또는 점검할 경우 전원스위치 잠금장치를 하고 "점검작업중" 표지판을 부착
 - 지정점검자가 점검, 관계자 이외 접근 금지

〈표 5-4〉 성형설비 협착사고에 대한 위험요인과 개선대책

기인물	위험요인	개선대책
설형설비	• 금형 설치, 교체 중 협착 • 금형내 미취물, 이물질 제거 중 협착 • 대형 안전문에 협착 • 점검 중 동료가 설비 작동	• 금형교환 (반)자동화, 자동 취출장치, 안전문 연동장치 등 방호장치 설치 • 작업전 안전장치 이상유무 확인 등 안전작업표준 준수 • 작업전 전원스위치 잠금장치 설치 등 안전작업수칙 준수

5.2.2.3 회전체에 의한 협착

(1) 위험요인

- ① 회전체 하부에서 청소 및 이물질 제거 작업 중 협착
- ② 회전체 보수 점검 중 협착
- ③ 컨베이어 주변 통행, 이동 중 협착

(2) 재해 예방대책

① 방호장치 설치

- 협착 위험점에 방호덮개 및 방호울 설치, 안전표지판 부착
- 컨베이어 전 라인에 비상정지장치 설치
- 반드시 전원차단 후에 청소 및 수리 등을 실시
- 불시기동방지를 위한 Local 스위치 설치

② 안전작업표준 준수

- 운전 중 기계 및 설비는 정비, 보수, 청소 금지
- 운전 중 점검은 반드시 육안으로 하고 위험점에는 접근금지
- 작업복은 기계에 말려들어가지 않도록 몸에 알맞은 것을 착용

③ 안전작업수칙 준수

- 보수 · 점검 시 전원스위치 잠금장치를 하고 "점검작업중" 표지판을 부착
- 지정점검자가 점검, 관계자 이외 접근 금지

〈표 5-5〉 회전체 협착사고에 대한 위험요인과 개선대책

기인물	위험요인	개선대책
회전체	• 회전체 하부에서 청소 및 이물질 제거 작업 중 협착 • 회전체 보수 점검 중 협착 • 컨베이어 주변 통행, 이동 중 협착	• 협착 위험점에 방호장치, 방호울 등 방호장치 설치 • 운전 중 정비, 보수, 청소 금지 등 안전작업표준 준수 • 작업전 전원스위치 잠금장치 설치 등 안전작업수칙 준수

5.2.2.4 지게차에 의한 협착

(1) 위험요인

- ① 적재작업 중 화물 붕괴로 인한 협착
- ② 운전 중 태만 또는 후진 중 협착
- ③ 과적으로 헤드가이드 파손으로 인한 협착

(2) 재해 예방대책

- ① 방호장치 설치
 - 후방 센서 부착 및 후방카메라 설치
 - 대형 후사경, 룸미러 부착
- ② 안전작업표준 준수
 - 포크에 사람을 태워 들어 올리지 않음
 - 운반제한 속도 준수
 - 반드시 면허소유자 운전
 - 운전자가 지게차에서 내릴 경우 반드시 포크를 가장 낮은 위치에 둠

〈표 5-6〉 지게차 협착사고에 대한 위험요인과 개선대책

기인물	위험요인	개선대책
지게차	• 적재작업 중 화물 붕괴로 인한 협착 • 운전 중 태만 또는 후진 중 협착 • 과적으로 헤드가이드 파손으로 인한 협착	• 후방 센서 및 후방카메라 등 방호장치 설치 • 운반제한 속도 준수 등 안전작업표준 준수

5.3 맞음/부딪힘 재해 예방 가이드라인

안전보건공단에서 개발한 매뉴얼 ‘중량물 취급작업을 위한 안전 매뉴얼 (2017)’과 인력운반 안전작업에 관한 지침(2011)’에서는 인력운반 중 맞음/부딪힘 재해 예방을 위한 대책을 제시하고 있는데 요약된 내용은 다음과 같다.

(1) 위험요인

- ① 손잡이의 부재 또는 부적절한 손잡이로 중량물을 떨어뜨림
- ② 무리한 중량물 취급으로 중량물을 떨어뜨림
- ③ 전방시야가 확보되지 않은 상태에서 중량물 취급으로 부딪힘
- ④ 중량물의 적재상태 불량으로 낙하
- ⑤ 중량물 취급에 대한 교육 불충분

(2) 재해 예방대책

- ① 작업자가 들기 어려운 형태의 중량물이나 무거운 중량물은 기계적인 운반기구 사용
- ② 인력운반시 전방시야를 가리지 않는 범위로 물건을 적재
- ③ 작업자에게 제품이나 원재료를 적재할 때의 올바른 방법 등 주지

〈표 5-7〉 맞음/부딪힘 사고에 대한 위험요인과 개선대책

기인물	위험요인	개선대책
맞음/부딪힘	• 손잡이의 부재 또는 부적절한 손잡이로 중량물을 떨어뜨림 • 무리한 중량물 취급 • 전방시야가 확보되지 않은 상태에서 중량물 취급 • 중량물 적재상태 불량 • 중량물 취급에 대한 교육 불충분	• 작업자가 들기 어려운 형태의 중량물이나 무거운 중량물은 기계적인 운반기구 사용 • 전방시야를 가리지 않는 범위에서 물건 적재 • 작업자에게 올바른 중량물 취급 방법 등 주지

근골격계질환 외 사고 예방 측면에서 참고할 수 해외 가이드라인으로는 Machine Safety-Prevention of mechanical hazards: Fixed guards and safety distances(Giraud, L. (2009), Safeguarding Equipment and Protecting Employees from Amputations(OSHA, 2007), Health and safety in engineering workshops(HSE, 1999) 등이 있다.

Machine Safety-Prevention of mechanical hazards: Fixed guards and safety distances(Giraud, L. (2009)는 협착 등 기계적 위험에 대하여 설명하고 위험요소를 제거하거나 감소시키는 방법과 안전거리와 방호장치(가이드 등)를 사용하여 위험요소로부터 작업자를 보호하는 방법 등을 설명하고 있다.

Safeguarding Equipment and Protecting Employees from Amputations(OSHA, 2007)는 절단 사고 예방을 위해 각 위험 기계에 대한 위험요인에 대하여 설명하고 위험요인으로부터 작업자를 보호하기 위해 전반적인 에너지 제어 프로그램 보완, 방호장치(가이드 등), 인식장치(센서 등) 등을 설명하고 있다.

Health and safety in engineering workshops(HSE, 1999)는 영국의 안전 보건 법규 및 규정에 설명하고 위험성 평가 및 작업장에서의 위험을 식별하는 방법과 통제하는 방법 등을 설명하고 있다.

VI. 결론 및 검토

본 연구는 2015년 자동차부품 제조업에서 발생한 산업 재해자(1,530명)를 대상으로 중량물 사고 특성을 분석하였다. 중량물과 비중량물 취급사고 특성 분석은 전체 산업 재해자 1,530명을 대상으로 분석하였고 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 분석은 중량물 사고자 271명만을 대상으로 분석하였다.

6.1 연구결과 요약

6.1.1 중량물과 비중량물 취급사고 특성분석

본 연구는 자동차 부품제조업에서 중량물 취급여부에 따라 사고의 특성이 차이가 있는가를 분석하였다. 그 결과 연령별, 근속기간별, 회사규모별, 사고 발생형태별, 사고 기인물별, 상해부위별, 상해종류별, 상해기관별, 사고 공정별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

중량물 취급여부에 따른 사고의 특성분석에 의한 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

중량물 사고는 장년(30대)와 중년층(40대)에서 많이 발생되고 비중량물 사고는 청년(20대 이하)과 노년층(50대 이상)에서 많이 발생하는 것을 나타났다.

재해자의 근속기간별로 보면 중량물 사고는 숙련자(10년 이상)에게 많이 발생되고 비중량물 사고는 초보자(1년 미만)에게 많이 발생하는 것으로 나타났다.

회사 규모별로 보면 중량물 사고는 중견기업이상(100인 이상)에서 많이 발생하는 것으로 나타났고 비중량물 사고는 중소기업(100인 미만)에서 많이 발생하는 것으로 나타났다.

사고 발생형태별로 보면 중량물 사고는 근골격계질환 등 작업관련성 질병과 중량물 취급 중 떨어뜨려 맞거나 다른 대상(물)과 부딪히는 사고가 많이

발생되는 것을 나타냈고 비중량물 사고는 설비·기계에 의한 끼임 사고가 많이 발생되는 것으로 나타났다.

사고 기인물별로 보면 중량물 사고에서는 취급대상인 부품, 재료, 제품이 기인물이 되는 경우가 높은 것을 나타냈고 비중량물 사고에서는 설비·기계가 기인물이 되는 경우가 높은 것으로 나타났다.

상해부위별로 보면 중량물 사고의 경우 가슴/허리가 가장 높게 나타났고 세부부위로는 허리가 가장 높게 나타났고 비중량물 사고의 경우 팔/손목이 가장 높게 나타났고 세부부위로는 손/손목이 가장 높게 나타났다.

상해종류별로 보면 중량물 사고는 근골격계질환 등 작업관련성 질환이 많이 발생한 것으로 나타났고 비중량물 사고는 절단/압궐에 같은 장해율이 높은 상해가 많이 발생한 것으로 나타났다.

상해기관별로 보면 중량물 사고는 척추, 관절/인대에서 높게 나타났고 비중량물 사고는 골격, 피부에서 높게 나타났다. 특히, 중량물 사고에서 상해가 가장 많이 발생하는 기관인 척추를 구체적으로 보면 요추가 가장 높게 나타났다.

사고 공정별로 보면 중량물 사고는 중량물 사고의 경우 물류에서 가장 높게 나타났고 비중량물 사고는 성형/가공에서 가장 높게 나타났다.

사고 발생형태와 사고 기인물, 상해부위, 상해종류, 사고 공정 등을 종합해 보면 비중량물 사고에서는 성형/가공공정에서 기계·설비에 의한 협착사고가 많다는 것을 의미한다. 이는 자동차 부품제조업에서는 규모가 작은 영세한 업종이 많아 아직도 재래형 사고유형에 해당하는 설비/기계의 끼임 사고가 많이 발생한다는 것을 의미하고 이에 대한 집중적인 관리가 필요하다고 볼 수 있다. 특히 끼임 사고는 팔/손목 부위 등에 압궐, 절단 등으로 인한 장해를 남기는 사고로 이어지고 있어, 안전장치와 안전작업 수칙에 따른 작업방법 등의 기본에 충실한 안전대책이 정착되도록 더 많은 노력이 필요함을 시사하고 있다.

6.1.2 중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고 특성 비교

본 연구는 자동차 부품제조업에서 중량물 취급유형 및 형태에 따라 사고의 특성이 차이가 있는가를 분석하였다. 그 결과 중량물 취급유형 및 형태, 회사 규모별, 사고 공정별, 사고 발생형태별, 사고 기인물별, 상해부위별, 상해정도별로 차이가 있는 것으로 나타났다.

중량물 취급유형 및 형태에 따른 사고의 특성분석 연구결과를 요약하면 다음과 같다.

작업현장에서 일어나는 중량물 사고의 중량물 형태와 취급유형을 분석한 결과 중량물 형태에 따른 상해정도를 보면 박스는 부상자가 높게 나타났고 금형/지그의 경우 장해자가 높게 나타났다. 재료/부품/완제품의 경우 부상자가 높게 나타났지만 사망자도 1명 발생한 것으로 나타났으며 대차의 경우 장해자가 높게 나타났다. 중량물 취급유형에 따른 상해정도를 보면 들기/내리기에서는 장해자가 높게 나타났고 인력운반에서는 부상자가 높게 나타났다. 밀기/당기기는 장해자가 높게 나타났지만 사망자도 1명 발생한 것으로 나타났다. 대차이동은 부상자가 높게 나타났다.

중량물 사고 형태와 취급유형에 따른 재해자의 회사규모를 보면 박스 들기/내리기를 포함한 인력운반에서의 재해는 50인 이상의 모든 사업장에서 많이 발생되는 것으로 나타났고 금형/지그 밀고/당기기에 의한 재해는 50인 미만의 영세한 사업장에서 많이 발생되는 것으로 나타났다. 대차이동시의 재해는 100인 미만의 중소기업에서 많이 발생되는 것으로 나타났다.

중량물 형태와 사고유형에 따른 사고가 많이 발생하는 공정을 보면 대차이동시 재해는 주로 물류공정에서 많이 발생하였고 금형/지그와 관련된 밀기/당기기 재해는 성형/가공, 유지/보수 공정에서 많이 발생한 것으로 나타났다. 박스 인력운반과 관련된 재해는 포장, 조립/기계 공정에서 많이 발생하였고 재료/부품/완제품 들기/내리기, 인력운반과 관련된 재해는 조립/기계, 시험/검사, 유지/보수, 세척, 도장에서 많이 발생되는 것으로 나타났다.

박스(용기)는 들기/내리기와 인력운반 형태에서 재해가 높게 나타났고 상해 부위는 주로 가슴/허리가 높게 나타났다. 특히 요추부위에 재해가 많이 발생하는 것으로 나타나 인력운반 의한 요통 등에 대한 대책이 필요하다.

금형/지그는 밀기/당기기 형태에서 재해가 높게 나타났고 상해부위는 주로 팔/손목이며 사고형태는 금형/지그에 의한 끼임과 맞음/부딪힘으로 나타났다. 따라서, 프레스 가공라인이나 기계가공라인에서는 금형/지그를 설치하거나 변경시 끼임 사고와 맞음/부딪힘 사고에 대한 대책이 필요하다.

재료/부품/제품은 들기/내리기, 인력운반에서 재해가 높게 나타났고 주요 상해부위는 손/손목이며 사고 형태는 절단/베임/찢림, 근골격계질환 등 작업 관련질환, 맞음 사고가 많이 발생하는 것으로 나타나 이에 대한 대책이 필요하다.

대차는 주로 대차이동시 사고가 많이 발생하였고 주요 상해부위는 다리/발과 가슴/허리이며 사고 형태는 미끄러지거나 걸려서 넘어짐, 대차에 부딪히거나 맞음 사고가 많이 발생하는 것으로 나타나 이에 대한 대책이 필요하다.

6.1.3 중량물 작업의 위험성 평가

본 연구에서는 제 III 장에서 이용한 산업재해통계 자료를 사용하여 공정별 Risk Matrix를 개발하였다.

본 연구의 결과로 개발된 Risk Matrix는 고 위험군, 중 위험군, 저 위험군으로 분류함으로서 사업장에서 특별히 관리해야할 공정별 위험요인과 중량물 취급유형별 위험요인에 대해 상세히 제시하였다.

특히 중량물 취급작업 중 고 위험군에 해당되는 물류공정과 성형공정에서는 설비/기계, 금형(지그), 제품/부품/재료로 인한 끼임 사고, 맞음/부딪힘 사고를 예방 할 수 있는 대책이 시급한 것으로 나타났다.

Risk Matrix는 중량물을 취급하는 자동차 부품제조업 종사자들에게 공정별 중량물 사고의 위험성 주지시키는데 활용될 수 있으며 사업장에서 중량물 취급사고 예방 가이드라인과 함께 효과적인 재해예방 대책을 수립하는데 활용될 수 있다.

6.1.4 중량물 취급사고 예방 가이드라인

제 III 장과 제 IV 장의 연구결과를 종합하면 박스, 부품, 완제품 등의 중량물을 들기/내리기, 인력운반 중 발생하는 작업관련질병(요통 및 근골격계질환)에 대한 대책이 시급하고 성형/가공/조립공정과 물류공정에서는 설비/기계, 금형(지그), 제품/부품/재료에 의한 끼임, 맞음, 부딪힘 사고에 대한 대책이 시급한 것으로 나타났다. 이에 본 연구에서는 중량물 취급사고 예방 가이드라인을 제 V 장에서 제시하였다. 중량물 취급사고 예방 가이드라인은 중량물 취급 작업의 공정별 맞춤형 재해예방 정책과 사고 예방을 위한 사업장 안전보건계획 수립 및 작업환경개선 활동에 활용될 수 있다.

6.2 연구의 한계 및 시사점

본 연구에서 분석변수에 이용된 일부 변수(중량물 사고 여부, 중량물 작업 유형, 중량물 형태)들은 2015년 산업재해발생보고서의 사고발생 개요를 통해 도출되어 분석자의 주관적인 관점이 포함될 수 있다.

그럼에도 불구하고 본 연구가 의의를 가지고 있는 것은 자동차 부품제조업에서의 중량물 사고를 근골격계질환 예방 관점뿐만 아니라 전체사고 예방 관점에서 체계적으로 분석하였다는데 의의를 가지고 있다. 본 연구는 자동차 부품제조업에서 중량물 사고예방 정책과 사업장 안전보건계획 수립 및 작업환경개선 활동에 활용될 수 있고, 특히 Risk Matrix는 자동차 부품제조업 종사자들에게 공정별 중량물 사고의 위험성을 주지시키는데 활용될 수 있으며 사업장에서 중량물 취급사고 예방 가이드라인과 함께 효과적인 재해예방 대책을 수립하는데 활용될 수 있다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 고대석, 외(1997). 산업재해의 관련요인 「대한직업환경의학회지」, 9.1: 99-108.
- 김복중, (2017). 「자동차 부품 산업에서 생산성 향상을 위한 공장자동화(FA)의 경쟁력 강화 방안에 관한 연구」. 한양대학교 석사학위 논문.
- 김정화, (2009). 「개업내부역량이 기술혁신과 혁신성장에 미치는 영향에 관한 연구」. 창원대학교 석사학위 논문.
- 김정남, (2017). 「가스 배달작업의 재해특성 및 위험성평가에 관한 연구」. 한성대학교 석사학위논문.
- 김양래, (2016). 「통신케이블가설원직종의 위험성평가 및 구조방정식을 이용한 안전의식모형 개발」. 한성대학교 박사학위논문.
- 김정한, (2011). 「엘리베이터 설치공사의 위험성과 추락재해 예방대책에 관한 연구」. 서울과학기술대학교 석사학위논문.
- 김필선, (2008). 「한국 자동차 부품기업의 성과 결정요인에 대한 연구」. 연세대학교 석사학위논문.
- 박성준, (2004). 「자동차부품 제조업의 공정별 작업환경실태에 관한 연구」. 인제대학교 석사학위 논문.
- 박세영, (2016). 「조선업 떨어짐재해 위험성평가에 관한 연구」. 부경대학교 석사학위 논문.
- 배준희, (2013). 「파레토 기법을 활용한 실시간 서열시스템에 관한 연구」. 부경대학교 석사학위 논문.

- 심규형. (2011). 「타워크레인의 재해예방을 위한 위험성평가에 관한 연구」.
인제대학교 석사학위 논문.
- 유병서. (1999). 「우리나라 산업재해 분석과 산업재해 통계제도의 문제점 및
개선방향」. 계명대학교 석사학위 논문.
- 이관현. (2014). 「자동차 도장설비에서 정전기에 의한 화재 및 폭발 위험성에
관한 연구」. 서울시립대학교 석사학위 논문.
- 이광민. (2017). 「시설재배 및 노지재배의 위험성 평가에 관한 연구」.
아주대학교 석사학위 논문.
- 이상준. (2017). 「도급과 산업재해 발생의 연관성 - 산업안전보건 동향조사
자료를 중심으로」. 서울대학교 석사학위 논문.
- 이영팔. (2017). 「자동차부품 제조업체와 원부자재 공급업체의 장기지향성에
관한 연구」. 조선대학교 박사학위 논문.
- 장태관. (2005). 「코칭을 통한 리더십 향상 방안에 관한 연구 - 자동차 부
품 제조업체를 중심으로」. 중앙대학교 석사학위논문.
- 장근영. (2016). 「중·소규모 건설현장 위험성평가 활성화 방안에 관한 연구」.
강원대학교 석사학위 논문.
- 정문주. (2008). 「자동차부품산업 근무형태변경에 관한 연구 - 자동차 부품
업체를 중심으로」. 고려대학교 석사학위논문.
- 전현우. (2013). 「건설장비 안전사고 저감을 위한 위험성평가」.
인천대학교 석사학위 논문.
- 전진배. (2015). 「굴뚝 철거 공사의 위험성평가 및 대책에 관한 연구」.
서울과학기술대학교 석사학위 논문.
- 조범동. (2008). 「한국 자동차산업에서 완성차업체와 부품협력업체의 기술협력에
관한 연구」. 고려대학교 석사학위 논문.

- 조상룡. (2007). 「국내 친환경자동차 부품산업 발전방안」.
아주대학교 석사학위 논문.
- 안전보건공단. (2008). 「협착재해 반으로 줄입시다!」.
- 안전보건공단. (2011). 「인력운반 안전작업에 관한 지침(2011)」.
- 안전보건공단. (2017). 「중량물 취급작업을 위한 안전 매뉴얼」.
<http://blog.naver.com/>
- 안전보건공단. (2012). KOSHA. GUIDE G-83-1012, 산업재해 기록·분류
에 관한 지침.
- 양건석. (2012). 「원전의 위험성평가 및 개선방안 연구」. 국민대학교 석사
학위 논문
- 홍승수. (2001). 「자동차부품산업의 발전방향」.
연세대학교 석사학위 논문
- 통계청. (2015). 「[광업, 제조업] 산업세세분류별 사업체수, 종사자수, 급여액
(10인 이상)」. <http://kosis.kr/>
- Byun, J.H., Jeong, B.Y., and Park, M.H., Characteristics of motorcycle
crashes of food delivery workers, Journal of the Ergonomics Society
of Korea, 36(2), 2017.
- Jang, Y.S., Lee, T.Y. and Park, S.Y., Analysis of the Risk Level of
Musculoskeletal Disorders for Workers at Automotive Component
Factory Using Work Sampling, The Journal of Korean Society of
Occupational Therapy, 16(4), 77-88, 2008.
- Jeong, B.Y., Characteristics of occupational accidents in the manufacturing
industry of South Korea, International Journal of Industrial
Ergonomics, 20(4), 301-306, 1997.

- Kim, H.G., Physiological viewpoint of the recommended safe weights of load for manual materials handling tasks, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 16(3), 23–36, 1997.
- Kim, J.N., Jeong, B.Y. and Park, M.H., Characteristics of motorcycle collisions by work experience of delivery postmen. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 35(5), 465–472, 2016.
- Kim, Y.R., Park, M.H. and Jeong, B.Y., Hazardous factors and accident severity of cabling work in telecommunications industry. *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 35(3), 155–163, 2016.
- Kim, D. and Kim, Y., A study of the job stress in auto part manufacturing company, *Journal of the Korean Society of Safety*, 29(1), 168–171, 2014.
- Kim, C.H., Lee, M.H. and Moon, M.K., Analysis of Musculoskeletal Disorders for Various occupations and industries, *Proceedings of the Ergonomics Society of Korea*, Fall, 20–27, 2009.
- KOSIS, Summary of Occupational Accidents by Industry, 2015. <http://kosis.kr/eng> (retrieved April 20, 2017)
- Lee, K.S. and Jeong, B.Y., Characteristics and Prevention of Occupational Accidents in the Small-Sized Textile Industry, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 28(4), 101–107, 2009. doi.10.5143/JESK.2009.28.4.101
- Lee, K.S. and Jung, M.C., A Guideline on the Operation Phase of Manual Material Handling Task Through Literature Review, *Journal of the Ergonomics Society of Korea*, 36(4):305–323, 2017.
- Lee, K.S. and Jeong, B.Y., Characteristics and Prevention of Occupational Accidents in the Small-Sized Textile Industry, *Journal of the*

- Ergonomics Society of Korea, 28(4), 101–107, 2009.
doi.10.5143/JESK.2009.28.4.101
- Lee, K.T., The characteristics of industrial accidents in shipbuilding industry. Journal of the Ergonomics Society of Korea, 31(1), 137–142, 2012.
- Mo, S.M. Kwag, J.S. and Jung, M..C., Literature review on one-handed manual material handling, Journal of the Ergonomics Society of Korea, 29(5), 819–829, 2010.
- Mok, Y.S., Lee, D.W. and Chang, S.R., A Study on the Work Ability and the Job Stress of the Workers in Manufacturing Industry of Automobile Parts. Journal of the Korean Society of Safety, 28(3), 100–106, 2013.
- Park, M.H., Jeong, B.Y. and Kim, S.H., Occupational accidents and injuries for moving helpers. Journal of the Ergonomics Society of Korea, 34(4), 353–362, 2015.
- Yang, S.H. and Cho, M.S., Case study of diagnosis on musculoskeletal disorders risk factors at an autopart company. Journal of the Korea Safety Management and Science, 9(2), 33–48, 2007.

2. 국외문헌

Ayoub, M.B., Selan, J. and Jiang, B., Manual material handling, In Handbook of human factors, G. Salvendy (ed), Chapter7.2. New York: Wiley & Sons, 1987.

Aghazadeh, F., "An Evaluation of Two Methods for Assessment of MMH Activities", In: Swezey, R.W. (Ed.) Progress for People. Proceedings of the Human Factors Society 29th Annual Meeting, Baltimore (pp. 1000-1001), Maryland, 1985.

Aghazadeh, F., Dynamic strength models for manual handling of different containers, Journal of Human Ergology, 15(2), 131-138, 1986.

Asfour, S.S., Genaidy, A.M., Khalil, T.M. and Greco, E.C., A Combined Approach for Determination of Lifting Capacity. In: Eberts, R.E. and Eberts, C.G. (Eds.) Trends in Ergonomics/Human Factors II (Amsterdam: North-Holland), pp. 617-623, 1985.

Bhambhani, Y., Buckley, S. and Maikala, R., Physiological and biomechanical responses during treadmill walking with graded loads, European Journal of Applied Physiology, 76(6), 544-551, 1997.

Boocock, M.G., Monnington, S.C. and Pinder, A.D.J., Balance of risk between weight of load and frequency of lift: A study of the psychophysical and biomechanical parameters of repetitive handling. (Sheffield: Health and Safety Laboratory), HSL Internal Report EWP/98/01, 1998.

Chen, F., Aghazadeh, F. and Lee, K.S., Prediction of the maximum acceptable weight of symmetrical and asymmetrical lift using direct estimation method, Ergonomics, 35(7-8), 755-768, 1992.

- Chen, Y.L., Optimal lifting techniques adopted by Chinese men when determining their maximum acceptable weight of lift, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 61(5), 642–648, 2000.
- Chen, Y.L., Can Chinese MAWL be used for designing manual handling tasks?, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 64(1), 117–120, 2003.
- Ciriello, V.M., Snook, S.H. and Hughes, G.J., Further studies of psychophysically determined maximum acceptable weights and forces, *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 35(1), 175–186, 1993.
- Danz, M.E. and Ayoub, M.M., Investigation of Forces at the Low Back Modeled with Input of Measured Hand Forces during the Pull Phase of a Lifting Task. In: Karwowski, W. and Yates, J.W. (Eds.) *Advances in Industrial Ergonomics and Safety III* (London: Taylor and Francis), pp. 279–283, 1991.
- Danz, M.E. and Ayoub, M.M., The effects of speed, frequency, and load on measured hand forces for a floor to knuckle lifting task, *Ergonomics*, 35(7–8), 833–843, 1992.
- Eastman Kodak Company, *Ergonomic Design for People at Work*. 2nd Edition, Van Nostrand Reinhold Company, 2004.
- Garg, A. and Saxena, U., Effects of lifting frequency and technique on physical fatigue with special reference to psychophysical methodology and metabolic rate, *American Industrial Hygiene Association Journal*, 40(10), 894–903, 1979.

- Garg, A., Lifting and back injuries: a review of the causes of this industrial health problem, and the major methods used to combat it, *Plant Engineering*, 37, 67–71, 1983.
- Garg, A. and Banaag, J., Maximum acceptable weights, heart rates and RPEs for one hour's repetitive asymmetric lifting, *Ergonomics*, 31(1), 77–96, 1988.
- Hansson, T., Roos, B. and Nachemson, A., The bone mineral content and ultimate compressive strength of lumbar vertebrae, *Spine*, 5(1), 46–55, 1980.
- Howard, John, and Len Welsh. "Ergonomic Guidelines for Manual Material Handling." Cal/OSHA Consultation Service Diakses dari <http://www.cdc.gov/niosh/docs/2007-131> (2007).
- HANDLING, Manual. Manual handling operations regulations 1992 guidance for regulations. L23. 2016. <http://www.hse.gov.uk/>
- Health and safety in engineering workshops, HSG129, HSE Books, 1999
- ICECI, International Clasification of External Causes of Injuries. ICECI Coordination and Maintenance Group, World Health Organization, 2004.
- ISO Standard 11228-1, Ergonomics–Manual handling–Part 1: Lifting and carrying, 2003.
- Jeong, B.Y., Occupational deaths and injuries in the construction industry. *Applied Ergonomics*, 29(5), 355–360, 1998.
- Jeong, B.Y., Comparisons of variables between fatal and nonfatal accidents in manufacturing industry. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 23(5), 565–572, 1999.

- Jeong, B. Y., Cooking processes and occupational accidents in commercial restaurant kitchens, *Safety Science*, 80, 87-93, 2015.
- Jeong, B.Y. and Park, M.H., Risk assessment of parking lot management based on occupational injuries data. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*, 2017. DOI: 10.1002/hfm.20698
- Khanzode, V. V., Maiti, J, Ray, PK, Occupational injury and accident research: A comprehensive review, *Safety Science* 501355-1367, 2012.
- Langley, J. D., The need to discontinue the use of the term “accident” when referring to unintentional injury events. *Accident Analysis & Prevention*, 20(1), 1-8, 1988.
- Lee, Y.H., Wu, S.P. and Hsu, S.-H., The Psychophysical Lifting Capacities of Chinese Subjects. *Ergonomics*, 38, (4), 671–683, 1995.
- Lee, Y.H. and Chen, Y.L., An isoinertial predictor for maximal acceptable lifting weights of Chinese male subjects, *American Industrial Hygiene Association*, 57(5), 456–463, 1996(a).
- Lee, Y.H. and Chen, Y.L., An isometric predictor for maximum acceptable weight of lift for Chinese men. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 38(4), 646–653, 1996(b).
- Liberty Mutual Insurance, Workplace safety index of leading occupational injuries, 2004.
- Maiti, J., Risk assessment and safety evaluation of mining system. *Journal of the Institution of Engineers*, 85, 33-41. 2005.
- Mack, K., Haslegrave, C.M. and Gray M.I., Usability of manual handling aids for transporting materials, *Applied Ergonomics*, 26(5),

353–364, 1995.

Ministry of Employment and Labor, Notification No. 2012–70, A guideline of standard safety work in manual material handling, 2012.

Mital, A. and Manivasagan, I., Maximal acceptable weight of lift as a function of material density, center of gravity location, hand preference and frequency. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society*, 25(1), 33–42, 1983.

Mital, A. and Fard, H.F., Psychophysical and physiological responses to lifting symmetrical and asymmetrical loads symmetrically and asymmetrically. *Ergonomics*, 29(10), 1263–1272, 1986.

Mital, A., Maximum weights of asymmetrical loads acceptable to industrial workers for symmetrical manual lifting, *American Industrial Hygiene Association*, 48(6), 539–544, 1987.

Mital, A. and Wang, L.W., Effects on Load Handling of Restricted and Unrestricted Shelf Opening Clearances. *Ergonomics*, 32(1), 39–49, 1989.

Mital, A. and Kumar, G.M., Cardiac rehabilitation (CR): Use of manual materials handling. *International Journal of Industrial Ergonomics*, 20(2), 93–99, 1997.

N.C. Department of Labor., A guide to manual materials handling and back safety, 2014.

Park, M.H. and Jeong, B.Y., Occupational injuries and sick leaves in household moving works. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 1–7, 2016.

RANDALL, Stephen B.; JETER, George. A guide to manual materials

handling and back safety. Division of Occupational Safety and Health, North Carolina Department of Labor, 1997.

SAFETY, Small Business. Safeguarding Equipment and Protecting Employees from Amputations. 2007. <https://www.osha.gov>

Snook, S.H., The effects of age and physique on continuous work capacity, Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 13(5), 467–479, 1971.

Snook, S.H. and Ciriello, V.M., The design of manual handling tasks: Revised tables of maximum acceptable weights and forces, Ergonomics, 34(9), 1197–1213, 1991.

Wu, S.P., Maximum acceptable weight of lift by Chinese experienced male manual handlers, Applied Ergonomics, 28(4), 237–244, 1997.

ABSTRACT

Characteristics and Risk Analysis of Manual Material Handling Injuries in the Automobile Parts Manufacturing Industry

Yang, Seung-Tae

Major in Safety & Ergonomics

Dept. of Industrial & Management
Engineering

The Graduate School

Hansung University

This study aims to identify the major risk factors such as Musculoskeletal Disorders(MSDs) and Caught in objects by analyzing the characteristics of occupational injuries and manual material handling injuries in the automotive parts manufacturing industry. In addition, This study aims to develop the Risk Matrix for intensive management of risk factors and to present guidelines for the prevention of manual material handling injuries in the automotive parts manufacturing industry.

This study classifies 1,530 injured persons caused in the automotive parts manufacturing industry. And this study analyzes the characteristics of occupational injuries. in addition, this study classifies 271 injured persons

caused manual material handling works in the automotive parts manufacturing industry. And this study analyzes the characteristics of manual material handling injuries.

To develop the Risk Matrix, this study analyzes the frequency and the severity of occupational injuries and manual material handling injuries. In addition, this study presents the guidelines for prevention of manual material handling injuries based on the results of this study.

According to the results of this study, there was difference from the aspects by age, by period of employment, by size of employment, by type of accident, by original cause materials, by injured part, by type of injury, by injured organ, by process depending on whether the manual material handling injuries are or not. Also, there was difference from the aspects by size of employment, by process, by type of accident, by original cause materials, by injured part, by injured severity depending on the type of manual material handling and the shape of heavy object.

According to the Risk Matrix Developed in this study, the high risk process in the manual material handling was the logistics process and the forming process. also, the major original cause materials were facilities/machinery, molds(jigs), products/parts/materials. The most frequent type of injury was the Caught in objects, Struck by objects/Struck against objects.

This study presented the guidelines for prevention of manual material handling injuries and the guidelines for prevention of Caught in objects/struck by object/struck against object based on the results of this study.

This study can be used for the preventative measures of manual material handling injuries. Also, This study can be used for the establishment of workplace safety and health plan, and the

improvement of work environment.

In addition, this study can be used to understand the workers about the risk factors in the automotive parts manufacturing industry. And this study can be used to establish more effective prevention policies.

【Keywords】 Automobile parts manufacturing industry, Manual material handling, Manual material handling injuries, Occupational injuries, Accident characteristics, Risk assessment, Guidelines