



저작자표시-비영리-변경금지 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

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

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:



저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.



비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.



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

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

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

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

[Disclaimer](#)

공학석사 학위논문

제조업 중업종 사업장의
유해위험요인과 산업재해의 연관성 분석
Relationship Analysis of the Hazardous Risk Factors
with Industrial Accidents in Manufacturing Subsectors

울산대학교 대학원
산업경영공학부
박 장 현

제조업 중업종 사업장의 유해위험요인과 산업재해의 연관성 분석

지도교수 정 기 효

이 논문을 공학석사 학위논문으로 제출함

2023년 8월

울산대학교 대학원
산업경영공학부
박 장 현

박장현의 공학석사 학위논문을 인준함

심사위원 박창권



심사위원 황규선



심사위원 정기효



울산대학교 대학원

2023년 8월

국 문 요 약

2020년 산업안전보건법 전부개정 및 2022년 중대재해처벌법 시행 등 다양한 노력에도 불구하고 업무상 사고사망율은 여전히 OECD 평균보다 높은 수준이다. 이에 정부는 2022년 11월 중대재해 감축 로드맵을 통해 위험성평가 중심의 자기규율 예방체계 확립을 위한 정책 추진을 공표하여 유해·위험요인을 찾아 개선하는 위험성평가를 산재예방의 핵심 수단으로 삼았다.

유해·위험요인을 확인하기 위해 매 3년마다 안전보건공단 주관 제조업, 건설업, 서비스업 등을 대상으로 산업안전보건 실태조사가 실시되고 있으며, 2022년 12월 제10차 산업안전보건 실태조사 결과가 공개되었다. 실태조사 결과를 이용한 선행연구들이 제조업, 건설업 등 대업종을 중심으로 연구가 수행되어 위험특성이 상이한 중업종별 구체적인 안전 개선방안을 제시하기에는 한계가 있었다.

이 연구에서는 제10차 산업안전보건 실태조사 결과를 이용하여 제조업 중업종 사업장에서 어떠한 유해·위험요인이 업무상 사고에 영향을 미치는지 포아송 회귀분석을 실시하여 5개 중업종에 대한 안전 개선방안을 제시하고자 하였다.

제조업 25개 중업종 중 근로자수, 사고사망율, 강도율, 사고재해율 4가지 항목의 합산 점수가 높으면서, 표본수가 100 이상인 식료품 제조업, 1차 금속 제조업, 금속가공제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비 제조업을 분석 대상 중업종으로 선정하였다.

실태조사의 20가지 유해·위험요인 중 업무상 사고에 직접적 영향을 미치는 ① 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐, ② 화학물질의 피부접촉으로 인한 위험, ③ 화염, 뜨거운 액체, 냉각가스 등 열로 인한 위험, ④ 기계, 기구, 그 밖의 설비로 인한 위험(끼임 등), ⑤ 차량으로 인한 위험 5가지를 독립변수(주효과)로 설정하였다.

유의수준 0.05로 포아송 회귀분석(SPSS v.25/IBM) 결과, 5개 중업종 모두에서 업무상 사고에 통계적으로 유의미한 양(+)의 영향을 미치는 유해·위험요인을 식별해 볼 수 있었으며, 이에 따른 안전 개선방안은 다음과 같다. 첫 번째로 유해·위험요인 발굴 및 개선을 위해 중업종별 위험특성을 고려한 위험성평가가 실시되어야 한다. 두 번째로 중업종별 업무상 사고에 부정적 영향을 미칠 수 있는 유해·위험요인의 개선에 좀 더 집중하여야 할 필요가 있었다.

이 연구는 위험특성이 유사한 중업종을 대상으로 연구 분석을 수행하였으며, 향후 산업재해와 관련된 연구 시 중업종 또는 소업종 등 위험특성이 유사한 집단을 중심으로 연구가 수행되어야 보다 실질적인 안전개선 방안이 제시될 수 있을 것이다.

※ Keywords : 제조업, 중업종, 유해·위험요인, 업무상 사고, 산업안전보건 실태조사, 포아송회귀분석

- 목 차 -

국문요약 i
표 차례 iv
그림 차례 vi

제1장 서론

1.1 연구배경 1
1.2 연구목적 및 범위 3
1.3 논문의 구성 3

제2장 이론적 배경

2.1 제조업 사업장의 유해·위험요인 4
2.1.1 제조업 사업장의 유해·위험요인의 종류 4
2.1.2 업무상 사고 관련 유해·위험요인의 선정 5
2.2 제조업 중업종 7
2.2.1 제조업 중업종 분류 7
2.2.2 고위험 중업종 선정 8
2.3 고위험 중업종 사업장의 위험특성 11
2.3.1 식료품 제조업 11
2.3.2 1차 금속 제조업 16
2.3.3 금속 가공제품 제조업 18
2.3.4 기타 기계 및 장비 제조업 21
2.3.5 기타 운송장비 제조업 24

2.4 산업안전보건 실태조사	27
2.4.1 실태조사 개요	27
2.4.2 제10차 산업안전보건 실태조사	29
2.4.3 선행 연구	31

제3장 분석결과

3.1 분석방법	
3.1.1 분석개요	32
3.1.2 분석방법	33
3.2 분석결과	
3.2.1 기술통계	34
3.2.2 고위험 중업종별 차이분석	38
3.2.3 중업종별 유해위험요인과 산업재해의 연관성 분석	43

제4장 결론

4.1 연구결과 요약	50
4.2 제조업 중업종 안전 개선방안	51
4.3 연구의 의의 및 향후 연구 방향	52

참고문헌	54
------------	----

Abstract

〈표 차례〉

표 II-1. 위험요인과 유해요인의 분류	4
표 II-2. 제 10 차 산업안전보건 실태조사에서의 유해·위험요인	5
표 II-3. 제 10 차 산업안전보건 실태조사의 유해·위험요인의 산업재해 발생형태	6
표 II-4. 한국표준산업분류에서의 제조업 중업종 분류	7
표 II-5. 표준산업분류 중분류(중업종) 중 분석대상 고위험 중업종 선정 결과	8
표 II-6. 표준산업분류 중분류(중업종)에 따른 '17~'20 년 산업재해 현황	9
표 II-7. 표준산업분류 중분류(중업종)에서 고위험 중업종 선정 결과	10
표 II-8. 식료품 제조업의 소분류 및 생산품	12
표 II-9. 식료품 제조업 중 수산식료품 생산공정의 주요 위험요인	13
표 II-10. 식료품 제조업의 '17~'21 년 사고사망자 현황	15
표 II-11. 식료품 제조업의 '17~'21 년 사고사망 발생형태	15
표 II-12. 한국표준산업분류에 따른 1 차 금속 제조업 분류 및 생산품	16
표 II-13. 철강 및 비철금속 제조업의 일반적인 생산공정	17
표 II-14. 한국표준산업분류에 따른 금속 가공제품 제조업 분류 및 생산품	18
표 II-15. 구조용 금속제품 제조업의 생산공정별 주요 위험요인	19
표 II-16. 구조용 금속제품 제조업의 '17~'21 년 사고사망자수 현황	20
표 II-17. 구조용 금속제품 제조업의 '17~'21 년 사고사망 발생형태	20
표 II-18. 한국표준산업분류에 따른 기타 기계 및 장비 제조업 분류 및 생산품	21
표 II-19. 일반 목적용 기계 제조업의 '17~'21 년 사고사망자 현황	23
표 II-20. 일반 목적용 기계 제조업의 '17~'21 년 사고사망 발생형태	23
표 II-21. 한국표준산업분류에 따른 기타 운송장비 제조업 분류 및 생산품	24
표 II-22. 강선 건조업의 생산공정별 주요 위험요인	25
표 II-23. 강선 건조업의 '17~'21 년 사고사망자 현황	26
표 II-24. 강선 건조업의 '17~'21 년 사고사망 발생형태	26
표 II-25. 산업안전보건 실태조사 실시 현황	28

표Ⅱ-26. 2021년 산업안전보건 실태조사 방법, 대상, 주기, 규모	29
표Ⅱ-27. 2021년 산업안전보건 실태조사 항목	30
표Ⅲ-1. 제10차 산업안전보건 실태조사 중 제조업 산업재해 발생 건수	34
표Ⅲ-2. 제조업 전체 규모별 산업재해 발생 현황	36
표Ⅲ-3. 제조업 전체와 고위험 중업종 간의 유해·위험요인 평균치 비교	37
표Ⅲ-4. 카이제곱 분석 결과	38
표Ⅲ-5. 업무상 사고의 중업종별 발생빈도와 점유율	39
표Ⅲ-6. 고위험 중업종별 유해·위험요인의 평균비교	40
표Ⅲ-7. 고위험 중업종별 유해·위험요인 분산분석 결과	41
표Ⅲ-8. 일원배치 분산분석의 사후분석 결과	42
표Ⅲ-9. 식료품 제조업의 포아송회귀분석 결과	44
표Ⅲ-10. 1차 금속 제조업의 포아송회귀분석 결과	45
표Ⅲ-11. 금속 가공제품 제조업의 포아송회귀분석 결과	46
표Ⅲ-12. 기타 기계 및 장비 제조업의 포아송회귀분석 결과	47
표Ⅲ-13. 금속 가공제품 제조업의 포아송회귀분석 결과	48
표Ⅳ-1. 제조업 고위험 중업종별 유해·위험요인	49

<그림 차례>

그림 I -1. 2017~2021 년 우리나라 사고사망 현황 및 주요 선진국과의 비교	2
그림 II -1. 식료품 제조업 중 수산식료품 제조공정	14
그림 II -2. 금속 가공제품 제조업의 일반적인 생산공정	19
그림 II -3. 냉동기 및 압력용기 제조의 일반적인 생산공정	22
그림 II -4. 기타 운송장비 제조업 중 강선 건조업의 일반적인 생산공정	25
그림 III -1. 분석 체계도	32

제1장 서론

1.1 연구배경

산업안전보건법 제2조(정의)에 “산업재해란 노무를 제공하는 사람이 업무에 관계되는 건설물·설비·원재료·가스·증기·분진 등에 의하거나 작업 또는 그 밖의 업무로 인하여 사망 또는 부상하거나 질병에 걸리는 것을 말한다.” 라고 규정되어 있다. 최근 발표된 국내 산업재해 발생 현황을 살펴보면, 2021년 전체 재해자수는 130,348명으로 전년 동기 대비 7,635명 증가하였으며, 이중 사고재해자수는 107,214명, 질병재해자수는 23,134명이었다. 또한 2021년 산업재해로 인한 전체 사망자수는 2,223명으로 전년 동기보다 143명 증가한 것으로 나타났으며, 사고사망자수는 874명으로 전년 동기보다 46명 증가하였고 질병사망자수 역시 전년 동기보다 97명 증가한 것으로 나타났다(고용노동부, 2022b).

산업재해로 인한 사고는 근로자의 건강수준을 저하시킬 뿐만 아니라 이에 따른 생산성 저하로 인하여 업무성과에 부정적인 영향을 미치며, 기업의 이미지 측면에서도 그 손실이 크다(전용일&이명선, 2012). 또한 2019년 기준 근로복지공단의 산재보험급여지급액 현황을 통해서 본 국내 경제적 손실추정액은 32.2조원인 것으로 나타났다(고용노동부, 2023e). 따라서 개별 기업뿐만 아니라, 국가 산업적 관점에서도 산업재해로 인한 경제적 손실을 줄이기 위해서 산업재해는 필수적으로 관리되어야 하는 부분이다(전용일&이명선, 2012).

2020년 1월 산업안전보건법이 전면개정 되었으며, 2022년 1월에는 중대재해처벌법이 시행되어 처벌을 강화하였다(고용노동부, 2022a). 또한 정부는 안전관리자의 역할과 의무를 강화하기 위해 특정 규모 이상의 사업장(제조업 300인 이상(현장 수급업체 포함), 건설업 120억 이상(토목은 150억원 이상) 공사규모에서 안전관리자가 다른 업무의 겸임 없이 기본 안전업무만 전담하도록 규정(2021.5 시행)하였다. 또한, 건설업 외에서는 2016년부터 안전관리자 선임 비대상 사업장이었던 20인 이상 50인 미만 사업장에도 안전보건관리담당자를 두도록 규정하여 고위험 소규모 사업장의 안전관리를 강화하였다. 최근에는 업종별 안전관리자 수와 선임 대상 사업장 규모도 확대하였다(장성록 등, 2022).

이러한 다양한 노력에도 불구하고 최근 8년간 사고사망만인율이 0.4~0.5‰ 수준에서 정체되어 있다(고용노동부, 2022a). 2017년부터 2021년까지 산업재해로 인한 국내 사고사망 현황과 사고사망만인율에 대한 주요 선진국과의 비교 현황은 그림 1-1과 같으며, 사고사망만인율은 2017년 0.52‰에서 2021년 0.41‰로서 전반적으로 감소하고 있는 추세이나, 독일, 영국, 일본, 미국 등 OECD 평균과 비교했을 때 높은 것으로 확인되고 있다.



그림 1 -1. 2017년~2021년 우리나라 사고사망 현황 및 주요 선진국과의 비교(고용노동부, 2022a)

2022년 11월 정부는 중대재해 감축을 위해 중대재해 감축 로드맵을 발표하였으며, 로드맵에는 중대재해 감축을 위해 위험성평가 중심의 자기규율 예방체계 확립 등 4대 전략을 중심으로 14개 핵심과제가 포함되어 있다(고용노동부, 2022a). 해당 대책에서 스스로 유해·위험요인을 진단·개선하는 안전관리시스템을 구축하고, 예방노력에 따라 결과에 책임을 지는 자기규율 예방체계로의 패러다임 전환을 강조하고 있다.

중대재해 감축을 위한 도구 중 하나인 위험성평가에 대해서 산업안전보건법 제41조의2(위험성평가)에서의 정의는 다음과 같다. 요약하자면 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 조치를 취하는 것이라고 볼 수 있다.

① 사업주는 건설물, 기계·기구, 설비, 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의하거나 작업행동, 그 밖에 업무에 기인하는 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 결정하고, 그 결과에 따라 이법과 이법에 따른 명령에 의한 조치를 하여야 하며, 근로자의 위험 또는 건강장해를 방지하기 위하여 필요한 경우에는 추가적인 조치를 하여야 한다. ② 사업주는 제1항에 따른 위험성평가를 실시한 경우에는 고용노동부령이 정하는 바에 따라 실시내용 및 결과를 기록·보존하여야 한다. ③ 제1항에 따라 유해·위험요인을 찾아내어 위험성을 경정하고 조치하는 방법, 절차, 시기, 그 밖에 필요한 사항은 고용노동부장관이 정하여 고시한다.

사업장의 유해·위험요인 등을 공식적으로 확인하기 위해 안전보건공단 주관으로 산업안전보건 실태조사가 매 3년마다 시행되고 있으며, 안전보건공단은 “본 조사를 통해 전국에 있는 산재보험에 가입한 제조업, 7대 기타산업, 건설업 사업장의 안전보건관리자(사업주)를 대상으로 사업장의 안전보건 현황을 파악하여 우리나라의 산업안전보건 정책수립을 위한 기초자료를 확보하기 위해 실시한다” 라고 그 목적을 밝히고 있다(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023).

산업안전보건 정책 제언 및 사업장 안전개선 방안 도출을 위해서 산업안전보건 실태조사 결과를 이용한 다수의 산업재해 관련 연구가 수행된 바 있다.

1.2. 연구목적 및 범위

산업안전보건 실태조사 결과를 이용한 대부분의 산업재해와 관련된 선행연구들이 위험특성과 생산방식이 서로 상이한 중업종의 집합인 대업종을 중심으로 연구 분석이 수행되어, 업종별 고유한 위험특성을 분석하는데 한계가 있었으며, 그에 따라 적절한 안전개선 방안을 제시하기에도 무리가 있었다.

이에 본 연구는 2022년 12월 공개된 제10차 산업안전보건 실태조사 결과를 이용하여 제조업 중업종의 유해·위험요인이 업무상 사고와 어떠한 연관성을 가지는지 분석하여 중업종별 위험 특성을 고려한 안전 개선 방안을 제시하고자 하였다.

25개의 제조업 중업종 중 근로자수, 사고사망율, 강도율, 사고재해율 4가지 항목의 합산 점수가 높으면서, 표본수가 100 이상인 5개 중업종, 식료품 제조업, 1차 금속 제조업, 금속 가공제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비 제조업을 연구범위로 선정하였으며, 제조업 중업종의 유해·위험요인과 업무상 사고와의 연관성을 분석하기 위하여 통계기법 중 포아송 회귀모형을 활용하였다.

1.3. 논문구성

이 논문은 총 4장으로 되어 있으며, 제1장은 서론으로, 연구배경, 연구목적 및 범위, 논문의 구성으로 이루어져 있다. 제2장은 이론적 배경으로 제조업 사업장의 유해·위험요인, 제조업 중업종의 분류, 고위험 중업종의 위험특성, 산업안전보건 실태조사 등의 내용을 포함하고 있다. 제3장은 분석결과로서 통계 분석방법 및 통계 분석결과로 이루어져 있으며, 마지막인 제4장은 결론으로 연구결과 요약, 제조업 중업종별 안전개선 방안, 연구의 의의 및 향후 연구방향 등으로 구성되어 있다.

제2장 이론적 배경

2.1. 제조업 사업장의 유해·위험요인

2.1.1. 제조업 사업장의 유해·위험요인의 종류

제조업 사업장의 작업현장에는 다양한 형태의 유해·위험요인들이 존재하고 있다. 유해·위험요인 정의 및 분류 관련 고용노동부 고시 사업장 위험성평가에 관한 지침 제3조(정의)에 의하면 유해·위험요인이란 “유해·위험을 일으킬 잠재적 가능성이 있는 것의 고유한 특징이나 속성을 말한다.” 라고 정의하고 있으며, 고용노동부 2021년 위험성평가 지침해설서에 의하면 위험요인과 유해요인에 대해 표Ⅱ-1.과 같이 분류하고 있으며, 위험요인을 기계, 기구, 설비, 화학물질, 전기, 열, 작업방법, 작업행동, 그 외 타인의 폭력, 교통사고 등으로 구분하고 있으며, 유해요인은 원재료, 가스, 증기, 분진, 방사선, 고온, 저온, 초음파, 소음, 진동, 이상기압, 작업행동, 그 외 유해요인으로 구분하고 있다.

표Ⅱ-1. 위험요인과 유해요인의 분류(고용노동부, 2020)

용어	위험요인	유해요인
분류 (예)	1. 기계.기구, 설비 등에 의한 위험요인 2. 폭발성물질, 발화성물질, 인화성물질, 부식성물질 등에 의한 위험요인 3. 전기, 열, 그 밖의 에너지에 의한 위험요인 4. 작업방법으로부터 발생하는 위험요인 - 굴착, 채석, 하역, 벌목, 철골조립 등 5. 작업 장소에 관계된 위험요인 - 추락우려, 토사붕괴우려, 미끄러짐 우려, 채광조명 영향에 따른 위험우려, 물체의 낙하우려 등 6. 작업행동 등으로부터 발생하는 위험요인 7. 그 외의 위험요인 - 타인의 폭력, 타인에 의한 교통사고 등 근로자 이외의 자의 작용에 의한 위험 요인 등	1. 원재료, 가스, 증기, 분진 등에 의한 유해요인 - 산소결핍공기, 병원체, 배기, 배액, 잔재물 등 2. 방사선, 고온, 저온, 초음파, 소음, 진동, 이상기압 등에 의한 유해요인 - 적외선, 자외선, 레이저광선 등 3. 작업행동 등으로부터 발생하는 유해요인 - 계기감시, 정밀공작, 중량물취급, 작업자세, 작업형태 등 4. 그 외의 유해요인

안전보건공단에서 실시한 2021년 10차 산업안전보건 실태조사에서의 유해·위험요인은 표Ⅱ-2.와 같으며 크게 봤을 때 작업 환경 관련 위험요인, 신체적 부담 관련 위험요인, 생/화학 물질 관련 위험요인, 기계, 전기, 기타 위험요인으로 구분하고 있다.

표 II -2. 제10차 산업안전보건 실태조사에서의 유해·위험요인

대분류	중분류
작업 환경 관련 위험요인	소음으로 인한 위험
	고온 또는 저온 작업 환경으로 인한 위험
	심한 진동으로 인한 위험
	밀폐 작업으로 인한 위험
	미끄럼, 헛디딤, 떨어짐
	붕괴 위험
	방사선, 유해 광선 등으로 인한 위험
신체적 부담 관련 위험 요인	장시간 서 있는 자세로 인한 위험
	장시간 앉아 있는 자세로 인한 위험
	부자연스러운 자세로 인한 위험
	무거운 중량 취급으로 인한 위험
	반복적인 동작으로 인한 위험
생/화학 물질 관련 위험 요인	미생물, 바이러스 감염 위험
	화학 물질의 피부 접촉으로 인한 위험
	유해한 가스, 증기, 분진, 흙, 미스트로 인한 위험
	폭발성, 발화성, 인화성 물질 등으로 인한 위험
	화염, 뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험
기계, 전기, 기타 위험 요인	기계, 기구, 그 밖의 설비로 인한 위험(예: 끼임 등)
	전압으로 인한 위험, 감전 위험
	차량으로 인한 위험

2.1.2. 업무상 사고 관련 유해·위험요인의 선정

산업재해 중 업무상 사고와 관련된 유해·위험요인을 식별하기 위해 표 II -3.과 같이 유해·위험요인별 산업재해 발생형태를 분석해 보았다. 이중 업무상 사고와 관련된 유해·위험요인들은 “미끄럼, 헛디딤, 떨어짐, 붕괴 위험, 화학물질의 피부 접촉으로 인한 위험, 화염, 뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험, 기계, 기구, 그 밖의 설비로 인한 위험, 전압으로 인한 위험, 감전 위험, 차량으로 인한 위험” 등으로 구분해 볼 수 있었다.

표II-3. 제 10차 산업안전보건 실태조사의 유해·위험요인의 산업재해 발생형태

대분류	중분류	주된 산업재해 발생형태
작업 환경 관련 위험요인	소음으로 인한 위험	소음성 난청 등
	고온 또는 저온 작업 환경으로 인한 위험	직업성 질병 등
	심한 진동으로 인한 위험	근골격계 질환 등
	밀폐 작업으로 인한 위험	질식 등
	미끄럼, 헛디딤, 떨어짐	넘어짐, 떨어짐 등
	붕괴 위험	떨어짐, 끼임 등
	방사선, 유해 광선 등으로 인한 위험	직업성 질병 등
신체적 부담 관련 위험요인	장시간 서 있는 자세로 인한 위험	근골격계 질환 등
	장시간 앉아 있는 자세로 인한 위험	근골격계 질환 등
	부자연스러운 자세로 인한 위험	근골격계 질환 등
	무거운 중량 취급으로 인한 위험	근골격계 질환 등
	반복적인 동작으로 인한 위험	근골격계 질환 등
생/화학 물질 관련 위험 요인	미생물, 바이러스 감염 위험	근골격계 질환 등
	화학 물질의 피부 접촉으로 인한 위험	화상 등
	유해한 가스, 증기, 분진, 흙, 미스트로 인한 위험	직업성 질병 등
	폭발성, 발화성, 인화성 물질 등으로 인한 위험	화재, 폭발 등
	화염, 뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험	화상, 동상 등
기계, 전기, 기타 위험 요인	기계, 기구, 그 밖의 설비로 인한 위험(예: 끼임 등)	끼임 등
	전압으로 인한 위험, 감전 위험	감전 등
	차량으로 인한 위험	끼임, 충돌 등

2.2. 제조업 중업종

한국표준산업분류에서 제조업은 “원재료(물질 또는 구성요소)에 물리적, 화학적 작용을 강하게 가하여 투입된 원재료를 성질이 다른 새로운 제품으로 전환시키는 산업활동을 말한다. 따라서 간단히 상품을 선별, 정리, 분할, 포장, 재포장하는 경우 등과 같이 그 상품의 본질적 성질을 변화시키지 않는 처리활동은 제조활동으로 보지 않는다.” 라고 정의하고 있다(통계청, 2017). 이 절에서는 이 연구의 대상이 되는 제조업 중업종의 분류 방법 등을 확인하고자 하였으며, 포아송 회귀분석을 실시할 중업종을 선정해 보았다.

2.2.1. 제조업 중업종 분류

한국표준산업분류에서 분류하는 제조업 중분류(이하 중업종으로 지칭)는 표II-4.와 같으며, 제조업을 25개의 중업종으로 재구분하고 있다.

표II-4. 한국표준산업분류에서의 제조업 중업종 분류(통계청, 2017)

순번	중업종(앞의 숫자는 중업종의 분류 코드임)
1	10_식료품 제조업
2	11_음료 제조업
3	12_담배 제조업
4	13_섬유제품 제조업; 의복 제외
5	14_의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업
6	15_가죽, 가방 및 신발 제조업
7	16_목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외
8	17_펄프, 종이 및 종이제품 제조업
9	18_인쇄 및 기록매체 복제업
10	19_코르크, 연탄 및 석유정제품 제조업
11	20_화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외
12	21_의료용 물질 및 의약품 제조업
13	22_고무 및 플라스틱제품 제조업
14	23_비금속 광물제품 제조업
15	24_1차 금속 제조업
16	25_금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외
17	26_전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업
18	27_의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업
19	28_전기장비 제조업
20	29_기타 기계 및 장비 제조업
21	30_자동차 및 트레일러 제조업
22	31_기타 운송장비 제조업
23	32_가구 제조업
24	33_기타 제품 제조업
25	34_산업용 기계 및 장비 수리업

2.2.2. 고위험 중업종 선정

안전보건공단에서 실시한 2021년 제10차 산업안전보건 실태조사 시 제조업 설문 사업장 수는 3,255개소였으며, 제조업 중업종 25개에서 포아송 회귀분석을 실시할 고위험 중업종 5개를 아래 절차에 따라 선정하였다.

- ① 고위험 중업종 선정을 위한 방법 및 항목 검토
- ② 파급력, 활용성 등을 고려 중업종별 근로자 수, 산업재해 관련 항목을 변수로 선정
 - 선정 시 사용한 4가지 항목 : 중업종별 근로자 수, 사고사망율, 강도율, 사고재해율
- ③ 4가지 항목 각각에 대해 중업종별 점수 부여 후 합산
 - 25개 중업종 각각에 대해 4가지 항목마다 1~25점 사이 점수를 부여한 후, 4가지 항목 점수 합산(예시: 중업종 중 근로자수가 가장 많으면 25점 부여, 사고사망율이 가장 높으면 25점, 가장 낮으면 1점을 부여)
- ④ 포아송 회귀분석 등 통계분석의 신뢰도 향상을 위해 표본수가 100 이상이면서, 합산 점수가 높은 5개의 중업종 선정(이하 선정된 중업종 5개를 “고위험 중업종”이라 지칭)

상기 절차에 의한 4가지 항목에 대한 합산 점수는 표Ⅱ-7.과 같으며, 해당 절차에 의해 선정된 고위험 중업종 5개는 표Ⅱ-5.과 같다. 합계 점수가 높은 중업종 중에서 실태조사 표본수가 100 이상인 중업종을 포아송 회귀분석 대상으로 선정하였으며, 선정된 중업종은 식료품 제조업, 1차 금속 제조업, 금속 가공제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비 제조업이다.

표Ⅱ-5. 표준산업분류 중분류(중업종) 중 분석대상인 고위험 중업종 선정 결과

순번	중분류 코드	5개 중업종	실태조사 표본수	근로자 수	사고 사망율	강도율	사고 재해율
1	10	식료품 제조업	158	1,102,070	0.054	0.845	7.587
2	24	1차 금속 제조업	271	463,415	0.158	1.776	6.610
3	25	금속 가공제품 제조업	228	1,487,663	0.085	1.390	10.599
4	29	기타 기계 및 장비 제조업	276	1,87,100	0.065	0.972	6.593
5	31	기타 운송장비 제조업	129	731,054	0.085	2.013	5.313

고위험 중업종 선정을 위해 활용한 근로자 수, 사고사망율, 강도율, 사고재해율은 표 II-6.과 같으며, 안전보건공단의 연구보고서 상의 통계값을 이용하였으며, 각 산업재해 사고지표의 산출 식은 다음과 같다.

$$\text{사고사망율(천인율)} = \frac{\text{사고사망자수}}{\text{근로자수}} \times 1,000$$

$$\text{강도율} = \frac{\text{근로손실일수}}{\text{근로자수} \times 2,400} \times 1,000, \quad \text{사고재해율(천인율)} = \frac{\text{사고재해자수}}{\text{근로자수}} \times 1,000$$

표 II-6. 표준산업분류 중분류(중업종)에 따른 '17~' 20년 산업재해 현황(이광원 등, 2021)

중업종(앞의 숫자는 중분류 코드)	근로자 수	사고 사망율	강도율	사고 재해율
10_식료품 제조업	1,102,070	0.054	0.845	7.587
11_음료 제조업	64,864	0.062	0.792	5.627
12_담배 제조업	11,705	0.085	0.355	0.940
13_섬유제품 제조업; 의복 제외	496,555	0.083	0.955	5.713
14_의복, 의복 액세서리 및 모피제품 제조업	286,287	0.017	0.298	2.127
15_가죽, 가방 및 신발 제조업	98,024	0.061	0.754	4.642
16_목재 및 나무제품 제조업; 가구 제외	157,791	0.139	2.031	14.817
17_펄프, 종이 및 종이제품 제조업	259,997	0.112	1.065	7.927
18_인쇄 및 기록매체 복제업	285,836	0.024	0.569	4.503
19_코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	34,274	0.146	2.092	2.976
20_화학 물질 및 화학제품 제조업; 의약품 제외	884,835	0.076	0.791	4.302
21_의료용 물질 및 의약품 제조업	246,846	0.012	0.173	1.539
22_고무 및 플라스틱제품 제조업	979,140	0.050	0.880	6.108
23_비금속 광물제품 제조업	430,866	0.281	2.931	8.395
24_1차 금속 제조업	463,415	0.158	1.776	6.610
25_금속 가공제품 제조업; 기계 및 가구 제외	1,487,663	0.085	1.390	10.599
26_전자 부품, 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	1,341,038	0.010	0.216	1.039
27_의료, 정밀, 광학 기기 및 시계 제조업	396,223	0.018	0.215	1.600
28_전기장비 제조업	968,408	0.014	0.372	2.776
29_기타 기계 및 장비 제조업	1,870,100	0.065	0.972	6.593
30_자동차 및 트레일러 제조업	1,544,941	0.032	0.829	4.680
31_기타 운송장비 제조업	731,054	0.085	2.013	5.313
32_가구 제조업	153,548	0.039	1.375	12.218
33_기타 제품 제조업	267,211	0.090	0.975	6.519
34_산업용 기계 및 장비 수리업	82,432	0.121	1.050	5.920

표 II-7. 표준산업분류 중분류(중업종)에서 고위험 중업종 선정 결과

순번	제조업 중업종	표본 수	근로자 수	근로자 수 점수	사고사 망율	사고사 망율 점수	강도율	강도율 점수	사고재 해율	사고재 해율 점수	합계
1	23_비금속 광물제품 제조업	91	430,866	14	0.281	25	2.931	25	8.395	22	86
2	25_금속 가공제품 제조업	228	1,487,663	23	0.085	18	1.39	20	10.599	23	84
3	24_1차 금속 제조업	271	463,415	15	0.158	24	1.776	21	6.61	19	79
4	16_목재 및 나무제품 제조업	18	157,791	7	0.139	22	2.031	23	14.817	25	77
5	29_기타 기계 및 장비 제조업	276	1,870,100	25	0.065	13	0.972	15	6.593	18	71
6	31_기타 운송장비 제조업	129	731,054	17	0.085	17	2.013	22	5.313	12	68
7	17_펄프, 종이 및 종이제품 제조업	84	259,997	9	0.112	20	1.065	18	7.927	21	68
8	10_식료품 제조업	158	1,102,070	21	0.054	10	0.845	12	7.587	20	63
9	33_기타 제품 제조업	57	267,211	10	0.09	19	0.975	16	6.519	17	62
10	13_섬유제품 제조업; 의복 제외	79	496,555	16	0.083	15	0.955	14	5.713	14	59
11	22_고무 및 플라스틱제품 제조업	253	979,140	20	0.05	9	0.88	13	6.108	16	58
12	34_산업용 기계 및 장비 수리업	35	82,432	4	0.121	21	1.05	17	5.92	15	57
13	32_가구 제조업	49	153,548	6	0.039	8	1.375	19	12.218	24	57
14	19_코크스, 연탄 및 석유정제품 제조업	5	34,274	2	0.146	23	2.092	24	2.976	7	56
15	30_자동차 및 트레일러 제조업	479	1,544,941	24	0.032	7	0.829	11	4.68	11	53
16	20_화학 물질 및 화학제품 제조업	138	884,835	18	0.076	14	0.791	9	4.302	8	49
17	11_음료 제조업	13	64,864	3	0.062	12	0.792	10	5.627	13	38
18	28_전기장비 제조업	221	968,408	19	0.014	3	0.372	6	2.776	6	34
19	15_가죽, 가방 및 신발 제조업	20	98,024	5	0.061	11	0.754	8	4.642	10	34
20	18_인쇄 및 기록매체 복제업	71	285,836	11	0.024	6	0.569	7	4.503	9	33
21	26_전자부품 컴퓨터, 영상, 음향 및 통신장비 제조업	326	1,341,038	22	0.01	1	0.216	3	1.039	2	28
22	14_의복, 의복 액세서리 및 모자제품 제조업	79	286,287	12	0.017	4	0.298	4	2.127	5	25
23	27_의료, 정밀 광학기기 및 시계 제조업	125	396,223	13	0.018	5	0.215	2	1.6	4	24
24	12_담배 제조업	2	11,705	1	0.085	16	0.355	5	0.94	1	23
25	21_의료용 물질 및 의약품 제조업	48	246,846	8	0.012	2	0.173	1	1.539	3	14

※ 선정된 고위험 중업종은 굵은 글자체로 표기함

2.3. 고위험 중업종 사업장의 위험특성

고위험 중업종 5개에 대한 위험특성을 확인하고자 해당 중업종의 정의, 분류기준, 생산품, 생산공정, 사고사망 발생원인 등에 대해서 살펴보고자 한다.

2.3.1. 식료품 제조업

한국표준산업분류 제10차 개정 고시에 의하면, 식료품 제조업의 정의와 포함하는 산업활동은 다음과 같으며, 농업, 임업 및 어업에서 생산된 산출물을 사람이나 동물이 먹을 수 있는 식료품 및 동물용 사료로 가공하는 산업을 지칭하며, 육류·수산물·과일 및 채소가공품 등을 제조하는 산업활동 등으로 구성되어 있다.

농업, 임업 및 어업에서 생산된 산출물을 사람이나 동물이 먹을 수 있는 식료품 및 동물용 사료로 가공하는 산업활동을 말하며 육류·수산물·과일 및 채소가공품, 동물성 및 식물성 유지, 곡물 가공품, 낙농품 및 기타 식료품과 동물용 사료 등을 제조하는 산업활동으로 구성된다. 또한 식탁용 소금, 화학 조미료 및 건강 보조식품 등과 같이 식료품으로 특별히 가공된 제품과 비식용의 육류 분말, 어분 및 동·식물성 유지를 가공하는 활동도 포함한다. 산지에서 생산물을 시장에 출하하기 위하여 통상적으로 수행되는 농·임·수산물의 선별, 세척, 정리활동은 제조활동으로 분류하지 않는다(통계청, 2017).

1) 식료품 제조업의 소업종 분류 및 생산품

제10차 한국표준산업분류에 의하면 식료품 제조업에 속하는 소업종(소분류)은 표 II-8.과 같으며, 일반적으로 육류, 수산물, 과일, 유지 등을 원료로 식품을 만드는 업종이라고 할 수 있다.

표 II -8. 식료품 제조업의 소분류 및 생산품(통계청, 2017)

중업종	소분류	생산품
식료품 제조업	도축, 육류 가공 및 저장 처리업	수렵물을 포함한 각종 육지동물을 도축 및 가공하여 신선, 냉장, 냉동한 고기를 생산하거나 육류를 건조, 훈연 등의 방법으로 가공 및 저장 처리한 고기 가공품 등을 생산
	수산물 가공 및 저장 처리업	각종 수산동물 및 식용 해조류를 염장, 건조, 훈제, 절임, 통조림, 냉동 및 기타 가공처리
	과실, 채소 가공 및 저장 처리업	과실, 채소 및 감자를 건조, 절임 등을 통해 절임식품을 제조하거나, 잼, 젤리 등을 생산
	동물성 및 식물성 유지 제조업	육지 및 수산 동, 식물성 물질로 조유, 식용 정제유 및 가공유를 생산
	낙농제품 및 식용 빙과류 제조업	젖을 살균, 분리, 농축 및 건조 등의 가공을 하여 각종 식용 낙농제품을 제조
	곡물 가공품, 전분 및 전분제품 제조업	각종 곡물을 도정, 제분, 등을 통해 정미, 곡물 분말, 압맥(납작보리) 등을 주재료로 만든 혼합 분말 및 유사 가공식품 제조 및 각종 곡물 및 감자, 고구마 등의 식물성 재료로 전분, 글루텐, 타피오카 제조, 당류 제조계정
	기타 식품 제조업	떡, 빵 및 과자류, 설탕, 면류, 조미료 등 기타 식품 제조
	동물용 사료 및 조제식품 제조업	각종 배합사료를 생산하거나 배합사료의 원료로 사용되는 단미 사료를 생산

2) 식료품 제조업 생산공정 및 위험요인

식료품 제조업 중 수산물을 가공하여 생산하는 공정은 그림 II-1.과 같으며, 생산 공정은 식부자재 입고, 배합, 성형, 튀김, 열처리, 냉각, 포장, 출하로 구성되어 있다. 또한 육가공업 생산공정은 도살 및 방혈, 탈모, 절단, 절개, 적출 발골, 계량, 포장, 출하 순으로 생산이 진행된다.

안전보건공단의 2020년 자료에 의하면 식료품 제조업 중 수산식료품 생산공정의 주요 위험요인은 표 II-9.와 같으며, 이동 및 운용 차량 등 기기에서 떨어짐, 충돌, 끼임 위험, 미끄러운 작업장 바닥에서 넘어짐, 화학물질에 의한 건강 장애 등의 유해·위험요인이 존재하는 것으로 나타났다.

표 II-9. 식료품 제조업 중 수산식료품 생산공정의 주요 위험요인(안전보건공단, 2020)

생산 공정	주요 위험요인
원재료 입출하 및 포장 공정	화물자동차, 지게차, 크레인 등 중량물 운반설비에 의한 떨어짐, 충돌, 끼임 등의 위험과 컨베이어, 포장기계 등에 의한 끼임 등의 위험이 존재
배합 및 성형 등의 공정	미끄러운 작업장 바닥에서 넘어짐, 중량물 취급 중 근골격계질환, 배합기, 성형기 등 동력기계 회전부 노출에 의한 끼임, 성형칼날에 의한 베임 위험이 존재
폐수처리 공정	가성소다, 폴리머, 응집제 등 화학물질 취급에 따른 건강장애의 위험이 존재
도살 및 방혈 등의 공정	가축의 갑작스런 행동에 의한 넘어짐 및 충돌, 전살기 등 전기설비에 의한 감전, 방혈된 피 등으로 인한 미끄러져 넘어짐, 칼 작업 중 베임, 중량물 취급에 따른 근골격계질환, 동물매개 감염병 등의 위험이 존재



그림 II-1. 식료품 제조업 중 수산식료품 제조공정(안전보건공단, 2020)

3) 식료품 제조업의 사고사망 발생원인

식료품 제조업에서 최근 5년간 발생한 사고사망 재해의 기인물을 분석한 결과는 표Ⅱ-10.과 같으며, 주요 재해발생 물질, 설비, 기계, 장소는 지게차 등 인양 설비·기계, 혼합기, 절단기 등 일반제조 및 가공설비·기계인 것으로 확인되고 있다.

표Ⅱ-10. 식료품 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망자 현황(고용노동부&안전보건공단, 2023c)

순번	재해발생 물질, 설비, 기계, 장소	사망자수	비율
1	운반, 인양 설비·기계(지게차 등)	12	26.7%
2	일반제조 및 가공설비·기계(혼합기, 절단기 등)	6	13.3%
3	기타 건물·구조물	5	11.1%
4	계단 및 사다리	4	8.9%
5	전기설비, 부품	4	8.9%
6	기타	14	31.1%

‘17~’ 21년 사이 5년간 식료품 제조업 관련 사고사망자 발생형태는 표Ⅱ-11.과 같으며, 끼임 15명, 떨어짐 7명, 산소결핍 5명 순으로 나타났다.

표Ⅱ-11. 식료품 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망 발생형태(고용노동부&안전보건공단, 2023c)

발생형태	끼임	떨어짐	산소결핍	깔림·뒤집힘	화재	기타
사고사망자수	15	7	5	4	4	10

식료품 제조업의 사고사망자 관련 안전보건공단의 재해조사 의견서를 확인한 결과, 주요 위험요인은 다음과 같았다.

- ① 혼합·절단기, 컨베이어 등 가공 기계 및 설비 등에 의한 끼임 위험
- ② 계단 이동, 사다리 작업 시 떨어짐 위험
- ③ 폐수처리장 등 산소 및 유해가스 발생 지역에서의 질식 위험
- ④ 지게차 등 하역·운반기계 등에 의한 위험
- ⑤ 화재로 인한 화상, 질식 위험

2.3.2. 1차 금속 제조업

한국표준산업분류 제10차 개정 고시에 의하면, 1차 금속제품 제조업의 정의와 포함하는 산업활동은 다음과 같다.

고로, 전기로, 압연 및 기타 가공 설비를 갖추고 각종 금속 광물, 금속 스크랩 등을 원료로 제련·정련·용해·합금처리·주조·압출·압연·연신·표면 처리 및 기타 처리하여 각종 1차 형태의 금속제품 및 주물제품을 생산하는 산업활동을 말한다(통계청, 2017).

1) 1차 금속 제조업의 소업종 분류 및 생산품

한국표준산업분류에 의하면, 1차 금속 제조업에 속하는 소업종은 표Ⅱ-12와 같으며, 1차 철강 제조업, 1차 비철금속 제조업, 금속주조업 등을 포함하고 있다.

표Ⅱ-12. 한국표준산업분류에 따른 1차 금속 제조업 분류 및 생산품(통계청, 2017)

중업종	소분류	생산품
1차 금속 제조업	1차 철강 제조업	철강 분, 괴, 퍼들마, 파일링, 빌릿, 블룸, 슬래브, 대, 판, 케도, 봉, 선재, 관 및 기타 1차 형태의 철강재 및 표면 처리 철강재를 생산
	1차 비철금속 제조업	귀금속을 포함한 각종 비철금속의 분, 괴, 바, 빌릿, 슬래브, 판, 대, 봉, 관, 선 등 각종 1차 형태의 비철금속제품을 제조하는 산업활동을 말한다. 알루미늄 원광(보크사이트)에서 알루미나를 생산
	금속 주조업	완제품 또는 반제품 상태의 각종 금속 주조물을 제조하는 산업활동을 말한다. 직접 주조한 제품을 서로 결합, 단순 표면 정리 이상의 가공처리를 거쳐 특정 제품을 완성하는 경우(용접, 조립 및 표면 연삭가공 등)에는 그 생산되는 특정 제품 종류에 따라 분류

2) 1차 금속 제조업의 생산공정 및 위험요인

1차 금속 제조업은 주철 및 강철을 사용하여 제품을 생산하는 산업을 말한다. 1차 금속 제조업을 대표하는 철강 제조업은 자동차, 조선, 기계, 건설, 방위산업을 비롯한 전 사업에 기초 소재를 공급하는 업종으로, 철을 함유하고 있는 철광석, 철 스크랩 등을 녹여 철강을 만들고 불순물 제거, 열처리, 압연 과정을 거쳐 열연강판, 냉연강판, 후판, 철근, 강관 등 최종 철강 제품을 만들어 내는 산업이라고 말할 수 있다(안전보건공단, 2022).

1차 금속 제조업 중 철강 및 비철금속 제조업의 일반적인 생산공정은 표Ⅱ-13과 같으며, 원자재 입고, 모형·주형 제작, 용해, 용량 주입, 탈사 및 후처리, 도장 및 건조 순으로 생산이 이루어지고 있다.

표 II -13. 철강 및 비철금속 제조업의 일반적인 생산공정(안전보건공단, 2022)

순번	공정명	공정설명	설비	물질
1	원자재 입고	차량으로 운반해 입고한 고철, 선철 등을 금속 종류별로 원료 보관 장소에 하역 및 운반	천장크레인, 지게차	-
2	모형·주형제작	주물제작을 위해 모형을 만들어 공간이 주형을 만든	조형기, 주형틀	분진, 유기용제
3	용해	금속재료를 파쇄, 선별한 후 용해로에 장입해 용해시키고 부유물을 제거	용해로, 장입 크레인	고열물, 분진
4	용탕 주입	용탕을 래들에 주입한 후 크레인으로 이송해 주형에 주입	래들, 크레인	고열물
5	탈사 및 후처리	버(Burr)등 불필요한 부위를 절단기, 연삭기, 쇼트기 등을 이용해 제거	절단기, 연삭기	분진, 소음
6	도장 및 건조	방청을 위해 도장한 후 건조로에서 건조	도장부스, 건조로	페인트
7	포장 및 출고	완성된 제품을 운송에 적합하도록 출고	크레인, 지게차	-

2016년~2021년 7월까지 5년 7개월간 철강업에서 발생한 75명의 사고사망 재해 중 53명(71%)이 설비·기계를 운용하는 과정에서 사고사망 재해가 발생하였으며, 발생 형태로는 기계에서의 끼임이 20명(27%)으로 가장 많았고, 떨어짐 12명(16%), 화재·폭발 11명(15%) 순으로 나타났다(안전보건공단, 2022).

또한 철강업은 용해로를 이용해 고철 등을 고온으로 가열해 녹인 후 이를 주형에 부어 다양한 용도와 형상의 제품을 만드는 업종으로 고온의 용탕을 다루는 과정에서 재해가 빈번하게 발생할 뿐만 아니라 주형을 만들기 위해 주물사를 다루는 작업 과정에서 작업자들이 분진에도 노출된다. 또한 주물작업이 끝난 제품을 마무리하는 공정에서는 연삭숫돌을 사용해 사상작업을 하기 때문에 높은 수준의 소음이 발생해 위험하다. 대부분의 주물제품이 대형 중량물이어서 지게차, 크레인 등을 많이 사용하는데 이 과정에서 끼임, 부딪힘, 물체에 맞음 등의 재해가 발생한다(안전보건공단, 2022).

3) 1차 금속 제조업의 사고사망 발생원인 및 위험요인

1차 금속 제조업에서의 사고사망 산업재해가 가장 많이 발생하는 유형은 다음과 같다(안전보건공단, 2022).

- ① 작동 중인 기계 또는 제품 사이에 신체의 일부가 끼임
- ② 주물제품 등 중량물을 옮기다 제품을 떨어뜨려 맞음
- ③ 사상작업 등 후처리작업 중 날아온 파편에 맞음
- ④ 용해, 용탕 주입작업 등의 과정에서 용탕에 접촉
- ⑤ 작업장 내에서 운행 중인 지게차 등 운반설비에 부딪힘

- ⑥ 사상작업 중 연삭숫돌 또는 절단기에 접촉되어 베이는 등의 재해
- ⑦ 사다리 작업 및 제품 상·하차 작업 중 사다리, 차량 적재함 등에서 떨어짐
- ⑧ 중량물을 옮기거나 사상작업 등 후처리작업을 하던 중 넘어지는 중량물에 깔림
- ⑨ 작업장 내에서 이동 중 자재 등에 걸려 넘어짐
- ⑩ 용해로 보수 또는 도형작업 중 가연성 액체에 불이 붙어 화상을 입음

2.3.3. 금속 가공제품 제조업

한국표준산업분류 제10차 개정 고시에 의한 금속 가공제품 제조업의 정의와 포함하는 산업활동은 다음과 같다.

기계·장비 및 가구를 제외한 각종 금속 가공제품을 제조하는 산업활동으로서 구조용 금속제품, 탱크 및 유사 저장용기, 증기 발생기 및 중앙난방용 보일러, 금속 압단제품 및 분말 야금제품, 날붙이, 수공구 및 일반 철물, 금속 파스너 및 철선제품, 가정용 금속제품 및 기타 금속 가공제품 등을 제조하는 산업활동을 말한다(통계청, 2017).

1) 금속 가공제품 제조업의 소업종 분류 및 생산품

한국표준산업분류 제10차 개정 고시에 의한 금속 가공제품 제조업은 구조용 금속제품, 탱크 및 증기발생 제조업, 무기 및 총포탄 제조업, 기타 금속 가공제품 제조업으로 다시 분류할 수 있으며, 생산품 등은 표Ⅱ-14.와 같다.

표Ⅱ-14. 한국표준산업분류에 따른 금속 가공제품 제조업 분류 및 생산품(통계청, 2017)

중업종	소분류	생산품
금속 가공 제품 제조 업	구조용 금속제품, 탱크 및 증기발생기 제조업	철 및 비철금속으로 구조용 금속제품, 금속탱크, 저장조 및 유사 저장용기, 증기 발생기 및 중앙난방용 보일러를 제조
	무기 및 총포탄 제조업	로켓 발사기, 소형 화기 및 중화기와 총탄, 포탄, 폭탄 등 군사용 및 경찰용의 각종 무기를 제조
	기타 금속 가공제품 제조업	금속 단조, 압형 및 분말 야금제품 제조, 금속 열처리, 도금 및 기타 금속 가공, 날붙이, 수공구 및 일반 철물 제조, 금속 파스너, 스프링 및 금속선 가공

2) 금속 가공제품 제조업의 생산공정 및 위험요인

금속 가공제품 제조업 중 구조용 금속제품 제조업은 철강재 또는 비철금속재로 건물, 교량, 철탑 및 기타 구조물의 금속구조재 및 부분품, 조립금속제품 및 관련제품, 금속판제품, 금속공작물, 금속조립건물 등과 같은 조립·설치·축조될 수 있는

상태의 금속 구조재를 제조하는 사업을 말하며, 일반적인 생산공정은 그림 II-2.와 같다(고용노동부&안전보건공단, 2023b).



그림 II-2. 금속 가공제품 제조업의 일반적인 생산공정(고용노동부&안전보건공단, 2023b)

금속 가공제품 제조업 중 구조용 금속제품 제조업의 주요 작업공정으로는 절단작업, 용접작업, 사상작업, 도장작업, 중량물 취급작업 등으로 나눌 수 있다. 작업 시 크레인, 지게차, 용접기, 가스절단기, 절곡기, 조판기 등이 주로 사용되어 작업 또는 점검·유지보수 시 끼임 위험이 있으며, 생산 공정별 주요 위험요인 표 II-15.와 같다.

표 II-15. 구조용 금속제품 제조업의 생산공정별 주요 위험요인(고용노동부&안전보건공단, 2023b)

생산 공정	주요 위험요인
원자재 입고 및 제품 출하	지게차 운행에 따른 부딪힘, 뒤집힘 위험, 이동대차(수동)와 부딪힘 위험, 화물의 떨어짐에 의한 위험
용접, 사상 및 도장작업	고강도 소음, 중량물 및 단순반복작업에 따른 근골격계질환 위험, 산화철 분진, 용접흡, 인화성물질 취급에 따른 건강장해

3) 금속 가공제품 제조업의 사고사망 발생원인 및 위험요인

금속 가공제품 제조업 중 구조용 금속제품 제조업에서 최근 5년간 발생한 사고사망 재해의 기인물은 표Ⅱ-16.과 같으며, 운반, 인양 설비·기계, 기타 건축 구조물, 재료, 일반제조 및 가공설비·기계, 육상교통수단 순으로 사고사망 재해가 발생하고 있다.

표Ⅱ-16. 구조용 금속제품 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망자수 현황(고용노동부&안전보건공단, 2023b)

순번	재해발생 물질, 설비, 기계, 장소	사망자수	비율
1	운반, 인양 설비·기계	9	22.5%
2	기타 건축 구조물	6	15%
3	재료	5	12.5%
4	일반제조 및 가공설비·기계	4	10%
5	육상교통수단	4	10%
6	기타	12	30%

한편 ‘17~’ 21년 사이 5년간 구조용 금속제품 제조업 사고사망자 발생형태는 표Ⅱ-17.과 같으며, 떨어짐 13명, 끼임 8명, 깔림·뒤집힘 6명 순으로 발생하는 것으로 나타났다.

표Ⅱ-17. 구조용 금속제품 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망 발생형태(고용노동부&안전보건공단, 2023b)

발생형태	떨어짐	끼임	깔림·뒤집힘	물체에 맞음	무너짐	부딪힘	기타
사고사망자수	13	8	6	5	3	3	2

또한 금속 가공제품 제조업 중 구조용 금속제품 제조업의 안전보건공단 재해조사 의견서를 분석한 결과, 주요 위험요인은 다음과 같다.

- ① 구조물의 이동, 적재 중 구조물에 깔림 위험
- ② 운반 기계·기구에 대한 운전미숙, 신호 불일치에 의한 충돌, 끼임 위험
- ③ 유기용제 취급 시 점화원(불티, 불꽃 등)에 의한 화재·폭발 위험
- ④ 상·하차 및 고소작업 시 추락 위험
- ⑤ 누전에 의한 감전 위험

2.3.4. 기타 기계 및 장비 제조업

1) 기타 기계 및 장비 제조업의 소업종 분류 및 생산품

기타 기계 및 장비 제조업의 소분류 및 생산품은 표 II-18.과 같으며, 일반 목적용 기계 제조업, 특수 목적용 기계 제조업으로 다시 구분할 수 있으며, 주요 생산제품은 내연기관 및 터빈, 유압기기, 펌프 및 압축기, 베어링, 기어 및 동력 전달장치, 농업 및 임업용 기계, 가공 공작기계, 금속 주조 및 기타 야금용 기계, 건설 및 채광용 기계 등이 있다.

표 II-18. 한국표준산업분류에 따른 기타 기계 및 장비 제조업 분류 및 생산품(통계청, 2017)

중업종	소분류	생산품
기타 기계 및 장비 제조업	일반 목적용 기계 제조업	여러 산업에 광범위하게 이용되는 범용성 기계 및 장비를 제조, 다양한 종류의 기계 제조에 이용되는 구성품 제조, 다른 사업을 일반적으로 지원하는데 이용되는 기계 및 장비의 제조(주요 생산제품 : 내연기관 및 터빈제조, 유압기기 제조, 펌프 및 압축기 제조, 베어링, 기어 및 동력 전달장치 제조 등)
	특수 목적용 기계 제조업	특정 산업 혹은 일부 산업에만 이용되는 특수 목적용의 기계 및 장비를 제조, 이들 특수 목적용 기계 및 장비의 대부분은 식품, 섬유 등 특정 분야의 제조활동에 이용되지만, 비제조 활동에 이용되는 경우도 있음 (주요 생산제품 : 농업 및 임업용 기계 제조, 가공 공작기계 제조, 금속 주조 및 기타 야금용 기계 제조, 건설 및 채광용 기계 장비 제조 등)

2) 기타 기계 및 장비 제조업의 생산공정 및 위험요인

기타 기계 및 장비 제조업 중 냉동기 및 압력용기 제조의 일반적인 생산 공정은 그림 II-3.과 같으며, 생산 공정은 원자재 입고, 현도 및 절단, 소재 벤딩, 경판 성형, 용접 및 사상, 소재 가공, 부속품 조립, 시험 및 검사, 도장, 제품 출하 등으로 이루어져 있다.

기타 기계 및 장비 제조업은 원료를 입고나 출고할 때 사용하는 차량, 지게차, 크레인 등에 의한 위험요인이 존재한다. 주요 공정에서 사용하는 지게차, 크레인, 가스절단기, 프레스, 벤딩롤러, 성형기, 용접기, 드릴기 등 기계·설비의 넘어짐, 각종 화물 낙하로 인한 끼임, 가스 누출로 인한 화재·폭발, 벤딩롤러에 의한 끼임, 용접 작업 시 감전, 칩 비산에 의한 베임 등 다수의 유해·위험요인이 잠재해 있다(고용노동부&안전보건공단, 2023d).



그림 II-3. 냉동기 및 압력용기 제조의 일반적인
생산공정(고용노동부&안전보건공단, 2023d)

3) 기타 기계 및 장비 제조업의 사고사망 발생원인 및 위험요인

기타 기계 및 장비 제조업 중 일반 목적용 기계 제조업에서 ‘17~’ 21년 사이 발생한 사고사망 재해를 분석한 결과는 표II-19.와 같으며, 지게차, 크레인 등 운반·인양 설비기계, 일반제조 및 가공설비·기계, 기타 건물·구조물 등에서 기인한 재해가 발생하고 있다.

표 II-19. 일반 목적용 기계 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망자
현황(고용노동부&안전보건공단, 2023d)

순번	재해발생 물질, 설비, 기계, 장소	사망자수	비율
1	운반, 인양 설비·기계	12	22.6%
2	일반제조 및 가공설비·기계	10	18.9%
3	기타 건물·구조물	6	11.3%
4	재료	5	9.4%
5	기타	20	37.8%

한편 ‘17~’ 21년 5년간 기타 기계 및 장비 제조업 중 일반 목적용 기계 제조업 관련 사고사망자 발생형태는 표 II-20.과 같으며, 떨어짐 14명, 끼임 11명, 깔림·뒤집힘 11명 순으로 발생한 것으로 나타났다.

표 II-20. 일반 목적용 기계 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망
발생형태(고용노동부&안전보건공단, 2023d)

발생형태	떨어짐	끼임	깔림·뒤 집힘	폭발·과 열	물체에 맞음	기타
사고사망자수	14	11	11	5	4	8

또한 기타 기계 및 장비 제조업 사고사망자 관련 안전보건공단의 재해조사 의견서를 분석한 결과, 주요 위험요인은 다음과 같았다.

- ① 볼트 조립 등 고소작업 시 떨어짐 위험
- ② 벤딩기, 프레스 등 가공 기계·설비에 끼임 위험
- ③ 크레인 등의 작업방법 불량, 신호 불일치 등에 의한 깔림 위험
- ④ 가스를 사용한 철제 절단 시 불티비산 등으로 화재·폭발 위험
- ⑤ 중량물 운반 시 줄걸이 불량으로 인한 떨어짐, 충돌 위험

2.3.5. 기타 운송장비 제조업

1) 기타 운송장비 제조업의 소업종 분류 및 생산품

한국표준산업분류에 의한 기타 운송장비 제조업의 소분류와 생산품은 표Ⅱ-21.과 같으며, 해당 중업종의 주요 생산품은 유조선, 선박, 기관차, 항공기, 우주선 등이 해당된다.

표Ⅱ-21. 한국표준산업분류에 따른 기타 운송장비 제조업 분류 및 생산품(통계청, 2017)

중업종	소분류	생산품
기타 운송장비 제조업	선박 및 보트 건조업	각종 재료로 유조선, 어선 및 어획물 가공용 선박, 화물선, 순항선, 유람선, 예인선 등 각종 항해용 선박과 준설회선, 시추대 및 부유구조물 등의 기타 비행해용 선박을 건조
	철도장비 제조업	철도·궤도용의 자주식 기관차 및 비자주식의 차량과 철도용 관련 장치물을 제조
	항공기, 우주선 및 부품 제조업	사람에 의해 조종되는 동력·비동력 항공기, 비행선, 활공 기구 및 우주선, 기타 우주 비행체, 우주선 운반용 로켓 등을 제조·제조 및 개조

2) 기타 운송장비 제조업 중 강선 건조업의 생산공정 및 위험요인

기타 운송장비 제조업의 소업종인 강선 건조사업장의 생산공정 및 위험요인을 통해 기타 운송장비 제조업종의 위험요인을 확인해 보았다.

강선 건조업은 선박 건조 시 강판을 주재료로 사용하고 기계·설비류를 부가적으로 장착하여 선박을 건조하게 되며, 기존 선박의 용도 변경, 유지·보수 작업 등을 포함한 업종이다.

또한 강선 건조업은 크게 선박의 골격을 만드는 선각공정과 선박내부에 각종 시설 및 설비를 장치하는 의장공정으로 나뉘게 된다. 선각공정에서는 선박의 골격을 만드는 과정을 진행하게 된다. 의장공정에서는 진수 후 엔진, 추진기, 보일러, 탱크, 발전기 등의 중량물 탑재로부터 시작하여 소형의 각종 기기, 거주설비, 전기설비, 통신, 신호장치, 항해용 계기의 부착 등 세세한 장비를 탑재한다(고용노동부&안전보건공단, 2023a).



그림 II-4. 기타 운송장비 제조업 중 강선 건조업의 일반적인 생산공정(고용노동부&안전보건공단, 2023a)

강선 건조업의 주요 생산공정은 그림 II-4와 같으며, 일반적으로 생산은 재료 하역, 전처리 및 방청도장, 현도 및 마킹, 절단 및 벤딩, 조립, 도장, 의장공정, 탑재 순으로 진행된다.

강선 건조업의 생산공정별 주요 위험요인은 표 II-22와 같으며, 재료하역 시 운반 설비에 의한 부딪힘, 끼임 등의 위험, 전처리 및 방청도장 시 끼임, 넘어짐 위험, 현도 및 마킹 시 장비와 충돌할 위험 등이 있는 것으로 나타났다.

표 II-22. 강선 건조업의 생산공정별 주요 위험요인(고용노동부&안전보건공단, 2023a)

생산 공정	주요 위험요인
재료 하역	운반 설비에 의한 부딪힘, 끼임 등의 위험과 분진, 소음, 진동, 정적인 작업 자세에 따른 근골격계질환 등의 위험요인이 존재
전처리 및 방청도장	강제 이송 중 끼임, 넘어짐 위험과 유기용제에 의한 중독의 위험이 존재
현도 및 마킹	NC 장비에 충돌할 위험이 있으며, 수작업 중 마킹 파우더 접촉 시 피부질환 발생 위험
절단 및 벤딩, 조립, 의장공정, 탑재	주로 용접기를 사용하므로 금속흡과 소음 등에 노출될 위험

3) 기타 운송장비 제조업의 사고사망 발생원인

기타 운송장비 제조업 중 강선 제조업에서 ‘17~’ 21년 사이 발생한 사고사망 재해를 분석한 결과는 표Ⅱ-23과 같으며, 지게차·트럭 등 운반·인양 설비 기계, 바지선 등 항공, 수상교통수단, 일반제조 및 가공설비·기계 순으로 사고사망 재해가 발생하고 있는 것으로 나타났다.

표Ⅱ-23. 강선 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망자 현황(고용노동부&안전보건공단, 2023a)

순번	재해발생 물질, 설비, 기계, 장소	사망자수	비율
1	운반, 인양 설비·기계	7	18.4%
2	항공, 수상교통수단	6	15.8%
3	일반제조 및 가공설비·기계	4	10.5%
4	전기설비, 부품	4	10.5%
5	설비·기계기구 부품 및 부속물	3	7.9%
6	기타	14	36.9%

한편 ‘17~’ 21년 5년간 강선 건조업의 사고사망자 발생형태는 표Ⅱ-24와 같으며, 떨어짐 9명, 물체에 맞음 6명, 폭발·파열 6명 순으로 나타났다.

표Ⅱ-24. 강선 제조업의 ‘17~’ 21년 사고사망 발생형태(고용노동부&안전보건공단, 2023a)

발생형태	떨어짐	물체에 맞음	폭발·파열	끼임	산소결핍	기타
사고사망자수	9	6	6	5	5	7

또한 강선 제조업 사고사망자 관련 안전보건공단의 재해조사 의견서를 분석한 결과, 주요 위험요인은 다음과 같았다.

- ① 선박 상부 등 고소작업 시 떨어짐 위험
- ② 임시 용접 불량으로 인해 낙하하는 철판 등에 맞음 위험
- ③ 코팅 작업 중 화재·폭발 위험
- ④ 절단기 등의 주행모터와 레일 사이 끼임 위험
- ⑤ 선박 내 용접, 도장 작업 중 질식 위험

2.4. 산업안전보건 실태조사

산업안전보건 실태조사는 통계청 국가승인통계(승인번호 제380004)에 근거하고 있으며, 산업현장의 변화를 모니터링하고, 산업안전보건정책 및 예방대책 마련을 위한 기초자료를 확보하기 위하여 3년마다 국내 사업장 등을 대상으로 노동방식, 위험요인, 안전보건조직 및 활동, 업무변화, 안전의식 등을 조사할 목적으로 실시되고 있다(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023).

2.4.1. 실태조사 개요

1) 도입배경

사업장 내 조직은 복잡해지고 빠르게 변화하고 있기 때문에 산업재해 위험요인도 빠르고 복잡한 구조로 변화하고 있다. 과거의 산업재해 예방활동이 위험기구·기계나 화학물질 등으로 한정하여 집중관리 하였다면, 최근에는 안전에 대한 인식 및 문화, 조직의 형태, 의사소통체계 등 사업장에서 발생하는 활동 및 현황 등 전 범위로 확대되어 예방활동 이루어지는 추세이다. 이에 복잡하고 빠르게 변화하는 사업장의 환경에 맞춰진 산업안전보건 정책 수립을 위한 실증적 자료를 수집하고 제공하고자 산업안전보건 실태조사를 실시하고 있다(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023).

2) 조사목적

본 조사는 전국에 있는 산재보험에 가입한 제조업, 7대 기타산업, 건설업 사업장의 안전보건관리자(사업주)를 대상으로 사업장의 안전보건 현황을 파악하여 우리나라의 산업안전보건 정책수립을 위한 기초자료를 확보하기 위해 실시한다(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023).

3) 실시현황

2002년 산업안전보건동향조사라는 이름으로 산업안전보건 실태조사가 최초 실시되었으며, 이후 2021년 제10차까지 총 10회에 걸쳐 실태조사가 실시되었으며, 그 동안의 산업안전보건 실태조사 실시 현황은 II-25.와 같다.

표 II -25. 산업안전보건 실태조사 실시 현황(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023)

연도	조사내용
2002년	- 제1차 산업안전보건동향조사 진행(1년 주기) * 제조업 1,500개, 비제조업 500개
2003년	- 제2차 산업안전보건동향조사 진행(1년 주기) * 제조업 1,500개, 비제조업 500개, 건설업 500개
2004년	- 제3차 산업안전보건동향조사 진행(1년 주기) * 제조업 2,500개, 비제조업 1,500개, 건설업 500개
2005년	- 제4차 산업안전보건동향조사 진행(1년 주기) * 제조업 2,500개, 비제조업 1,500개, 건설업 500개
2006년	- 제5차 산업안전보건동향조사 진행(3년 주기) * 제조업 2,500개, 비제조업 2,500개, 건설업 1,000개 * 3년 주기로 조사 진행 변경
2009년	- 제6차 산업안전보건동향조사 진행(3년 주기) * 제조업 2,500개, 비제조업 2,500개, 건설업 1,000개
2012년	- 제7차 산업안전보건동향조사 진행(3년 주기) * 제조업 3,000개, 서비스업 3,000개, 건설업 1,000개
2015년	- 제8차 산업안전보건동향조사 진행(3년 주기) * 제조업 2,000개, 비제조업 2,000개, 건설업 1,000개
2018년	- 제9차 산업안전보건 실태조사 진행(3년 주기, 국가승인통계지정) * 제조업 2,000개, 서비스업 2,000개, 건설업 1,000개
2021년	- 제10차 산업안전보건 실태조사 진행(3년 주기) * 제조업 3,000개, 서비스업 2,500개, 건설업 1,500개

2.4.2. 제10차 산업안전보건 실태조사

1) 방법 및 대상

2021년 실시된 제10차 산업안전보건 실태조사의 방법, 대상, 주기, 규모는 표 II-26.과 같으며, 상시 근로자수 20인 이상인 전국의 7,000개 사업장을 대상으로 면접 조사가 실시되었으며, 제조업의 경우는 20인 이상 사업장 3,000개를 대상으로 조사가 실시되었다.

표 II-26. 2021년 산업안전보건 실태조사 방법, 대상, 주기, 규모(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023)

구분	내용
조사방법	조사원이 사업장 방문하여 태블릿PC를 활용한 면접조사 실시
조사대상	전국 상시 근로자수 20인 이상 사업장(건설업 포함)
조사주기	3년
조사규모	7,000개 사업장 - 제조업 : 20인 이상 제조업 사업장 3,000개 - 건설업 : 공사금액 50억 이상 건설현장 1,500개 - 서비스업 : 20인 이상 서비스업 사업장 2,500개

2) 조사 항목

2021년 실태조사의 조사항목은 표 II-27.과 같으며, 실태조사의 주요 내용은 사업체 특성, 안전보건시스템, 유해위험요인, 사업체 안전보건실태 및 활동, 산업재해 발생 현황 등이다. 이 연구의 대상인 유해·위험요인은 작업 환경 관련 유해·위험요인, 신체적 부담 관련 유해·위험요인, 생/화학 물질 관련 유해·위험요인, 기계, 전기 관련 유해·위험요인, 기타 유해·위험요인으로 구분해 볼 수 있다.

표 II -27. 2021년 산업안전보건 실태조사 항목(안전보건공단 산업안전보건연구원, 2023)

구분	내용
사업체 특성	<ul style="list-style-type: none"> - 현재 근로자 수(전체, 만 55세 이상, 외국인, 여성) - 교대근무제도 활용 여부 - 교대근무 및 야간 근무자 비율 - 근무제도 시행 여부(제택/원격, 선택적 근로시간제, 탄력적 근로시간제) - 노동조합 유무
안전보건 시스템	<ul style="list-style-type: none"> - 산업안전보건 업무 수행 전담 부서 현황 - 산업안전/보건 전담 직원 현황·안전보건관리자 선임 현황 - 산업안전보건위원회 운영 현황 - 안전/보건관리전문기관 외부 위탁 여부·관리감독자 수 - KOSHA-MS/ISO 45001 인증 여부
유해위험 요인	<ul style="list-style-type: none"> - 유해위험의 정도 <li style="padding-left: 20px;">* 작업 환경 관련 유해위험 요인, 신체적 부담 관련 유해위험 요인, 생/화학 물질 관련 유해위험요인, 기계, 전기 관련 유해위험요인, 기타 유해위험 요인 - 유해위험 요소별 위험성 평가 여부 - 위험성 평가 주체, 근로자 참여 여부, 평가 노력 정도 - 위험성 평가를 하지 않은 이유·직무 스트레스 요인별 심각도, 관리노력 정도
사업체 안전보건 실태 및 활동	<ul style="list-style-type: none"> - 사업체의 안전보건 실태 및 활동 정도 - 산업안전보건 교육 및 훈련 실시 여부, 외부위탁 비율, 교육방법별 비율 - 일반건강진단/특수건강진단 실시 여부, 사후관리조치 대상자 유무, 조치 이행 여부 확인 정도 - 작업환경측정 실시 여부, 결과에 따른 조치 노력 정도 - 협력업체 현황, 협력업체 간 관계 정도 - 원청업체 현황, 원청업체 간 관계 정도
산업재해 발생 현황	<ul style="list-style-type: none"> - 요양기간별 산업재해 건 수
기타	<ul style="list-style-type: none"> - 안전보건 업무 중 어려운 점 - 안전보건 향상을 위해 도움 받고 싶은 전문서비스 영역 - 최근 3년간 산업안전보건 관련 고용노동부 감독 여부 - 고용노동부 감독의 재해 예방 도움 정도 - 최근 3년간 한국산업안전보건공단 정보제공 및 지원 수혜여부 - 산업안전보건공단 정보제공 및 지원의 재해 예방 도움 정도 - 중대재해처벌법 인지 정도, 실질적인 도움 정도 - 코로나-19로 인한 초과근무 발생 정도 - 기타 건의사항

2.4.3. 선행 연구

산업안전보건 실태조사의 결과를 이용한 산업재해 관련 다수의 연구가 수행되어 왔으며, 대부분의 연구가 제조업, 건설업, 서비스업과 같이 대분류(대업종)를 중심으로 연구가 수행되었다.

산업안전보건 실태조사로 본 사업장 특성에 따른 위험요인 노출 수준(이한별 등, 2020)에 대한 연구에서는 2018년 산업안전보건 실태조사 결과를 이용하여 제조업, 건설업, 서비스업에서의 업종별 산업재해 발생여부, 업종별 산업재해율 및 사고율에 미치는 영향을 포아송 회귀모형을 통해 분석하였다, 연구 결과 중 제조업 분야를 살펴보면 규모가 커질수록, 여성근로자 비율이 증가할수록 재해율과 사고율은 감소하였고, 위험요인과 고령근로자 비중이 높아질수록 재해율과 사고율은 증가하는 것으로 분석되었다.

산업안전보건 실태조사로 본 사업장 안전보건활동이 사고율에 미치는 영향(안유정 등, 2019)에 관한 연구에서는 2018년 산업안전보건 실태조사 결과를 이용하여 제조업 및 서비스업 사업장의 안전보건관리 조직현황과 교육현황 등을 분석하였으며, 제조업은 규모가 커질수록 사고율은 감소하였으며, 특히 제조업 중에서 안전관리자 선임형태는 규모가 300인 이상인 집단에서 ‘대행’, ‘겸직’ 보다 ‘전담’ 이 사고율이 높았으며, 보건관리자 선임형태에서는 300인 이상인 집단에서 ‘대행’, ‘겸직’ 인 기업이 사고율이 높은 것으로 나타났다.

사업장 위험요소 존재와 산업재해 발생의 관련성에 관한 연구-제9차 산업안전보건 실태조사 자료를 중심으로(엄수현 등, 2015)에서는 2018년 제9차 실태조사 자료를 활용하여 제조업, 건설업, 서비스업에서 위험요소와 산업재해 발생의 관련성에 대해서 연구하였으며, 제조업과 서비스업은 사업장 규모가 클수록 산업재해 발생이 높고, 건설업은 100인 이상 사업장의 산업재해 발생이 높은 것으로 나타났다. 또한, 제조업은 원청업체의 사내 협력업체, 서비스업 및 건설업은 원청·하청업체에서 산업재해 발생이 높은 것으로 나타났으며, 제조업의 경우 위험한 기계·기구 요인, 서비스업은 정신적·심리적 요인, 건설업은 위험한 장소에서의 작업에 의한 위험이 큰 것으로 분석되었다.

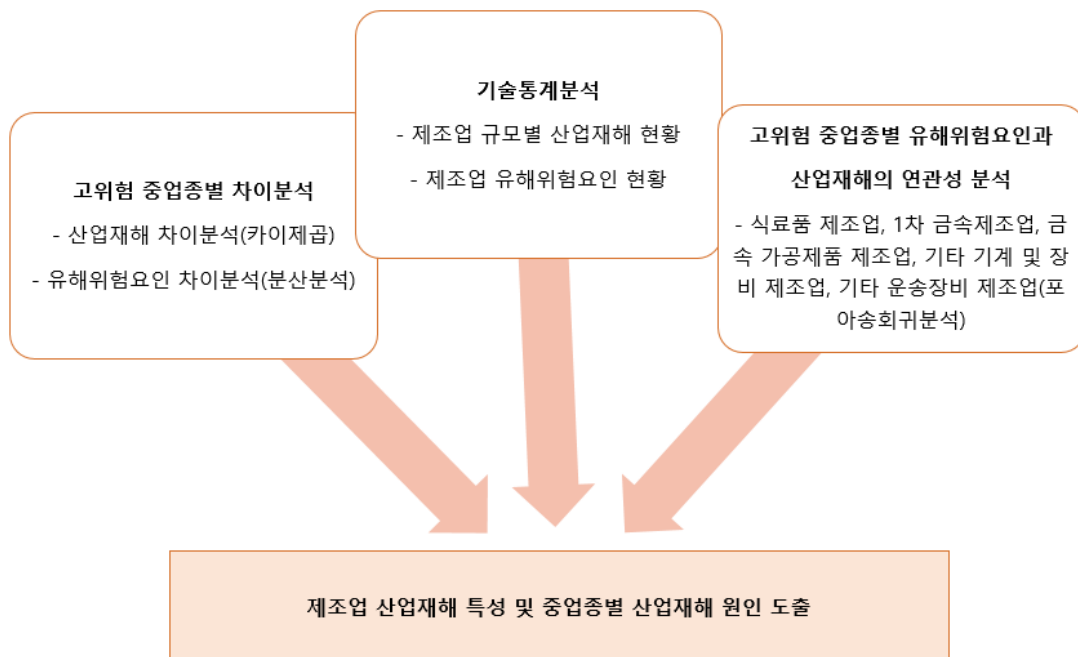
제조업 사업장의 안전보건활동이 안전보건수준 인식에 미치는 영향-산업안전보건 동향 조사 자료를 중심으로-(이경용, 2011)에서는 2009년 산업안전보건 동향조사(현재의 실태조사) 결과를 바탕으로 안전보건수준 인식에 가장 영향을 크게 영향을 미치는 인자는 사업주의 일반적인 안전보건경영활동인 것으로 분석되었으며, 반면 사업장 위험도 수준에 가장 큰 영향을 미친 활동은 보호구 및 유해·위험기계기구 관리활동인 것으로 분석되었다.

제3장 분석결과

3.1. 분석방법

3.1.1. 분석개요

분석 체계도는 그림Ⅲ-1.과 같으며, 분석방법은 크게 3가지로 구분할 수 있다. 첫째로는 기술통계 방법을 활용하여 실태조사에 응답한 제조업 중업종 전체에 대한 산업재해 발생 현황과 제조업 전체의 유해위험요인 평균 등을 비교해 보았다. 두 번째로는 선정된 고위험 중업종 5개에 대해서 산업재해 중 업무상 사고의 발생 차이를 카이제곱 분포를 사용하여 분석하였으며, 또한 5개 고위험 중업종별 유해위험요인에 차이가 있는지를 분산분석을 통해 확인하였다. 마지막으로 5개 고위험 중업종의 업무상 사고에 어떤 유해·위험요인이 가장 유의미한 영향을 미치는지 포아송 회귀모형을 사용하여 분석하였다. 통계 분석 도구는 IBM SPSS statistic ver.25 소프트웨어를 사용하였다.



그림Ⅲ-1. 분석 체계도

3.1.2. 분석 방법

1) 기술통계

기술통계에서는 첫 번째로 제조업 사업장의 규모별 연간 산업재해 발생을 비교 분석하였으며, 두 번째로 제조업 전체와 고위험 중업종 사업장 간의 유해위험요인의 평균값 차이를 비교 분석하였다.

2) 차이분석

차이분석에서는 첫 번째로 고위험 5개 중업종별 업무상 사고 발생의 차이가 있는지 확인하기 위해 카이제곱분석을 실시하였다. 두 번째로 고위험 5개 중업종별 유해·위험요인 별 차이가 있는지 확인하기 위해 분산분석을 실시하였으며, 사후 분석은 Tuckey HSD를 사용하였다.

3) 포아송 회귀분석

분산분석을 활용한 차이분석에 이어서, 고위험 5개 중업종에 대해서 어떠한 유해·위험요인이 업무상 사고 발생에 영향을 미치는지 확인하기 위해 포아송 회귀분석을 실시하였다.

포아송 회귀모형(Poisson regression)은 계수 자료에 대한 분석을 할 경우 흔히 사용되는 모형으로 독립변수에 의해서 관심의 대상이 되는 계수 데이터를 모형화 할 때 사용된다. 예를 들면, 보험 가입 건수나 교통사고건수와 같은 계수 데이터를 적합시킬 때 적용된다. 포아송 회귀모형이란 포아송 분포를 따르는 종속변수 Y_i 의 기댓값이 독립변수 X_1, X_2, \dots, X_k 의 선형결합으로 설명된다고 가정하는 모형이다(정재풍&최종후, 2014).

0보다 큰 빈도(count data) 변수 Y 에 대해서는 일반적인 선형 회귀모형을 사용하면 올바른 결과를 도출하기 어렵다. 이 빈도에 대해서는 다른 종류의 회귀모형을 사용하는데 그게 바로 포아송 회귀모형이다. 포아송 회귀모형은 X 와 Y 의 관계가 비선형인 경우, 특히 Y 값이 이산적이며 0이나 1에 많이 쏠린(skewed) 경우에 사용된다. 이 때 Y 는 이분산(heteroscedastic)하여 등분산성이라는 가정을 만족시키지 못한다. 일반적인 선형 회귀 분석에서는 Y 의 예측값이 양수만 나오도록 하기는 어렵다(이원상, 2020).

일반적인 회귀분석은 종속변수의 오차항이 정규분포를 따른다는 가정을 한 후 분석을 실시한다. 하지만 산업재해의 경우 많은 사업장에서 산업재해가 거의 발생하지 않기 때문에 “0”에 치우친 분포를 가지고 있기에 오차항의 정규성을 만족하지 못한다. 이 경우 발생 확률이 매우 낮은 산업재해발생 변수를 종속변수로 하는 회귀모형을 만들게 되는데, 관련 선행연구에서는 포아송 회귀분석(Poisson Regression)

을 이용하는 것이 통계적으로 유의미한 결과를 가져올 수 있다고 분석하고 있다(이경용 등, 2013).

업안전보건 실태조사 항목의 유해·위험요인 중 업무상 사고에 영향을 미칠 수 있는 항목인 “미끄럼, 헛디딤, 떨어짐, 화학물질의 피부 접촉으로 인한 위험, 화염, 뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험, 기계, 기구, 그 밖의 설비로 인한 위험, 차량으로 인한 위험” 5가지를 독립변수(주효과)로 지정하고, 업무상 사고 발생 건수를 종속변수(Y)로 지정할 경우 포아송 회귀모형 식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\log [E(Y|X)] = \beta_0 + \beta_1\text{미끄럼,헛디딤,떨어짐위험} + \beta_2\text{화학물질접촉위험} + \beta_3\text{화염,뜨거운액체,냉각가스등위험} + \beta_4\text{기계,기구위험} + \beta_5\text{차량위험}$$

위의 모형에서 Y는 종속변수로 업무상 사고이며 β_0 는 절편, $\beta_1 \sim \beta_5$ 는 업무상 사고에 영향을 미칠 수 있는 독립변수(주효과)라고 할 수 있다.

3.2. 분석결과

3.2.1. 기술통계

1) 제조업 산업재해 발생 건수

제10차 산업안전보건 실태조사에 응한 제조업 사업장 3,255개소의 연간 산업재해 발생 현황은 표Ⅲ-1.과 같다. 1년 동안 발생한 산업재해 건수는 총 881건이며, 업무상 사고는 721.5건, 업무상 질병은 159.5건인 것으로 나타났다.

표Ⅲ-1. 제10차 산업안전보건 실태조사 중 제조업 산업재해 발생 건수

구분1	구분2	합계
산업재해 전체	연간 산업재해 건수	881
업무상 사고	합계	721.5
	연간 4~89일 사고 건수	515.5
	연간 90일 이상 사고 건수	182
	연간 사고사망 건수	24
업무상 질병	합계	159.5
	연간 4~89일 질병 건수	56
	연간 90일 이상 질병 건수	100
	연간 질병 사망 건수	3.5

2) 제조업 규모별 재해율

제조업 규모별 산업재해 발생 현황은 표Ⅲ-2.와 같다. 연간 산업재해 전체 건수는 20~49인 규모 사업장에서 가장 건수가 많았으나, 연간 근로자 1인당 산업재해 발생 확률은 300~499인에서 0.58%로 가장 크게 나타났으며, 4~89일 업무상 사고의 경우도 산업재해 전체의 경우와 같이 발생 건수는 20~49인에서 가장 많았으나, 발생 확률은 300~499인에서 가장 크게 나타났다.

90일 이상 사고의 경우 발생 건수는 20~49인 사업장에서 건수가 가장 많았으나, 연간 근로자 1인당 발생확률은 300~499인 사업장에서 가장 높은 수치를 보였다. 사고사망의 경우 발생건수와 발생확률 모두 50~99인 사업장에서 가장 높은 것으로 나타났다.

업무상 질병의 경우 4~89일 질병의 경우 발생건수와 발생확률이 300~499인 사업장에서 가장 높았으며, 연간 90일 이상 질병의 경우는 1,000인 이상 사업장에서 가장 높은 수치를 기록하였다. 질병사망의 경우 20~49인 사업장에서 발생건수와 발생 확률이 가장 큰 것으로 나타났다.

표Ⅲ-2. 제조업 전체 규모별 산업재해 발생 현황

구분		20~49인	50~99인	100~299인	300~499인	500~999인	1,000인 이상	총합계
실태조사 근로자 합계		66,816	39,241	47,062	19,625	25,586	49,069	247,399
점유율(%)		27.0%	15.86%	19.02%	7.93%	10.34%	19.83%	100%
연간 산업재해 전체	건수	249	130	155	114	66.5	166.5	881
	연간 근로재인당 발생확률	0.37%	0.33%	0.33%	0.58%	0.26%	0.34%	0.36%
	점유율	28.26%	14.76%	17.59%	12.94%	7.55%	18.90%	100%
연간 4-89일 사고	건수	169	80	102	74	38.5	52	515.5
	연간 근로재인당 발생확률	0.25%	0.20%	0.22%	0.38%	0.15%	0.11%	0.21%
	점유율	32.78%	15.52%	19.79%	14.35%	7.47%	10.09%	100%
연간 90일 이상 사고	건수	55.5	21.5	39.5	22.5	11.5	31.5	182
	연간 근로재인당 발생확률	0.08%	0.05%	0.08%	0.11%	0.04%	0.06%	0.07%
	점유율	30.49%	11.81%	21.70%	12.36%	6.32%	17.31%	100%
연간 사고사망	건수	6	15.5	1	1	0.5	0	24
	연간 근로재인당 발생확률	0.009%	0.039%	0.00%	0.01%	0.00%	0.00%	0.01%
	점유율	25.00%	64.58%	4.17%	4.17%	2.08%	0.00%	100%
연간 4-89일 질병	건수	12	7.5	5.5	14.5	6.5	10	56
	연간 근로재인당 발생확률	0.02%	0.02%	0.01%	0.07%	0.03%	0.02%	0.02%
	점유율	21.43%	13.39%	9.82%	25.89%	11.61%	17.86%	100%
연간 90일 이상 질병	건수	3.5	5.5	7	2	9	73	100
	연간 근로재인당 발생확률	0.01%	0.01%	0.01%	0.01%	0.04%	0.15%	0.04%
	점유율	3.50%	5.50%	7.00%	2.00%	9.00%	73.00%	100%
연간 질병 사망	건수	3	0	0	0	0.5	0	3.5
	연간 근로재인당 발생확률	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
	점유율	85.71%	0.00%	0.00%	0.00%	14.29%	0.00%	100%

3) 제조업 및 고위험 중업종의 유해위험요인 비교

실태조사의 유해·위험요인 20가지에 대해서 제조업 전체 평균과 고위험 5개 중업종의 평균을 표Ⅲ-3.과 같이 비교해 보았으며, 신체부담 중 장시간 앉아 있는 자세로 인한 위험을 제외한 19개 항목이 제조업 평균 보다 고위험 5개 중업종이 같거나 더 큰 것으로 나타났다.

표Ⅲ-3. 제조업 전체와 고위험 중업종 간의 유해·위험요인 평균치 비교

유해·위험요인	제조업 전체		고위험 5개 중업종	
	평균	표준편차	평균	표준편차
작업환경_소음	2.33	1.111	2.55	1.127
작업환경_고온저온	1.88	1.004	2.03	1.082
작업환경_진동	1.67	.827	1.78	.887
작업환경_밀폐	1.59	.788	1.65	.849
작업환경_미끄럼, 헛디딤, 떨어짐	1.95	.934	2.14	.992
작업환경_붕괴	1.41	.657	1.46	.707
작업환경_방사선, 유해광선	1.29	.585	1.31	.587
산체부담_장시간서있는	2.28	1.008	2.43	1.014
신체부담_장시간앉아있는	1.89	.891	1.88	.902
신체부담_부자연자세	1.85	.878	1.95	.922
신체부담_중량물	2.14	1.028	2.33	1.104
신체부담_반복동작	2.22	1.033	2.32	1.046
생화학_미생물, 바이러스	1.24	.544	1.24	.562
생화학_화학물질접촉	1.65	.932	1.65	.923
생화학_가스, 증기, 분진, 흙, 미스트	1.74	.985	1.84	1.030
생화학_폭발성, 발화성, 인화성	1.67	.938	1.75	.990
생화학_화염, 뜨거운액체, 냉각가스	1.55	.873	1.67	.977
기계기구설비_끼임	2.43	1.076	2.64	1.088
기계기구설비_감전	1.81	.913	1.93	.968
기계기구설비_차량	1.82	.941	1.90	.969

3.2.2. 고위험 중업종별 차이분석

1) 업무상 사고 차이분석

식품제조업, 1차 금속 제조업, 금속 가공제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비 제조업 등 5개 고위험 중업종 간 사고부상 및 사고사망 등의 업무상 사고 건수에 대한 차이를 확인하고자 카이제곱 분석을 실시하였다.

카이제곱 분석 결과는 표Ⅲ-4와 같으며, 유의수준 0.05에서 유의확률이 0.008로서 중업종별로 유의한 차이가 있는 것으로 분석되었다. 즉, 5개 고위험 중업종별 업무상 사고 건수가 통계적으로 유의한 차이가 있는 것으로 나타났다.

업무상 사고 건수에 대해서 중업종별 점유율은 표Ⅲ-5와 같으며, 업무상 사고가 0건인 경우에서 해당 점유율이 가장 높은 중업종은 기타 기계 및 장비 제조업(81.0%)이었으며, 반대로 가장 낮은 중업종은 1차 금속 제조업(64.7%)이었다. 사고 1건의 경우 점유율이 가장 높은 중업종은 1차 금속 제조업과 기타 운송장비 제조업(18.6%)이었으며, 가장 낮은 중업종은 기타 기계 및 장비제조업(12.1%)으로 나타났다. 업무상 사고가 2건인 경우 1차 금속 제조업(9.7%)이 가장 높았으며, 기타 운송장비 제조업(1.6%)이 가장 낮은 것으로 나타났다. 3건의 경우는 기타 기계 및 장비 제조업(3.3%)이 가장 높았으며, 기타 운송장비 제조업(1.6%)이 가장 낮은 것으로 나타났다. 4건의 경우는 식품제조업(3.2%)에서 가장 점유율이 높은 것으로 나타났다.

표Ⅲ-4. 카이제곱 분석 결과

구분	값	자유도	접근 유의확률 (양측검정)
Pearson 카이제곱	89.457a	60	.008
우도비	88.221	60	.010
선형 대 선형결합	5.252	1	.022
유효 케이스 수	1054		

표Ⅲ-5. 업무상 사고의 중업종별 발생빈도 및 점유율

구분		업무상 사고 건수																전체
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	21	25	51	61	
식료품 제조업	빈도	108	27	10	4	5	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	0	158
	중업종 중 %	68.4%	17.1%	6.3%	2.5%	3.2%	.0%	.6%	.6%	.0%	.0%	.0%	.0%	.6%	.0%	.6%	.0%	100%
	전체 %	10.2%	2.6%	.9%	.4%	.5%	.0%	.1%	.1%	.0%	.0%	.0%	.0%	.1%	.0%	.1%	.0%	15.0%
	잔차	-6.7	.8	1.5	.3	3.4	-6	.7	.6	-1	-4	-4	-1	.9	-1	.9	-1	
1차 금속 제조업	빈도	174	50	26	6	4	2	0	1	1	1	2	1	0	0	0	1	269
	중업종 중 %	64.7%	18.6%	9.7%	2.2%	1.5%	.7%	.0%	.4%	.4%	.4%	.7%	.4%	.0%	.0%	.0%	.4%	100%
	전체 %	16.5%	4.7%	2.5%	.6%	.4%	.2%	.0%	.1%	.1%	.1%	.2%	.1%	.0%	.0%	.0%	.1%	25.5%
	잔차	-21.2	5.3	11.5	-4	1.2	1.0	-5	.2	.7	.2	1.2	.7	-3	-3	-3	.7	
금속 가공제 품 제조업	빈도	165	41	12	4	2	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	225
	중업종 중 %	73.3%	18.2%	5.3%	1.8%	.9%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.4%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	100%
	전체 %	15.7%	3.9%	1.1%	.4%	.2%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.1%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	21.3%
	잔차	1.7	3.6	-2	-1.3	-3	-9	-4	-6	-2	-6	.4	-2	-2	-2	-2	-2	
기타 기계 및 장비 제조업	빈도	221	33	7	9	0	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	273
	중업종 중 %	81.0%	12.1%	2.6%	3.3%	.0%	.0%	.4%	.4%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.4%	.0%	.0%	100%
	전체 %	21.0%	3.1%	.7%	.9%	.0%	.0%	.1%	.1%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.1%	.0%	.0%	25.9%
	잔차	22.9	-12.3	-7.8	2.5	-2.8	-1.0	.5	.2	-3	-8	-8	-3	-3	.7	-3	-3	
기타 운송장 비 제조업	빈도	97	24	2	2	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	129
	중업종 중 %	75.2%	18.6%	1.6%	1.6%	.0%	1.6%	.0%	.0%	.0%	1.6%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	100%
	전체 %	9.2%	2.3%	.2%	.2%	.0%	.2%	.0%	.0%	.0%	.2%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	.0%	12.2%
	잔차	3.4	2.6	-5.0	-1.1	-1.3	1.5	-2	-4	-1	1.6	-4	-1	-1	-1	-1	-1	
전체	빈도	765	175	57	25	11	4	2	3	1	3	3	1	1	1	1	1	1054
	중업종 중 %	72.6%	16.6%	5.4%	2.4%	1.0%	.4%	.2%	.3%	.1%	.3%	.3%	.1%	.1%	.1%	.1%	.1%	100%
	전체 %	72.6%	16.6%	5.4%	2.4%	1.0%	.4%	.2%	.3%	.1%	.3%	.3%	.1%	.1%	.1%	.1%	.1%	100%

2) 유해·위험요인 차이분석

업무상 사고에 영향을 미칠 수 있는 5개 유해·위험요인에 대해서 중업종별 차이를 일원배치분산분석(On-way ANOVA)을 통해서 확인해 보았다.

분산분석 전 5개 유해·위험요인에 대해 각 중업종별 평균치를 표 III-6.과 같이 우선 비교해 보았다. 첫 번째로 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 요인의 평균값은 기타 운송장비 제조업(2.48), 식료품 제조업(2.42) 순으로 높게 나타났다. 두 번째로 화학물질 접촉은 기타 운송장비 제조업(1.84), 금속 가공제품 제조업(1.68) 순으로 높게 나타났다. 세 번째로 화염, 뜨거운 액체, 냉각가스는 기타 운송장비 제조업(1.91), 1차 금속 제조업(1.89) 순으로 나타났으며, 네 번째로 기계·기구·설비 끼임 위험 역시 기타 운송장비 제조업(2.93), 1차 금속 제조업(2.86) 순으로 나타났다. 마지막으로 차량 위험은 기타 운송장비 제조업(2.00), 1차 금속 제조업(1.94) 순으로 높게 나타났다.

표 III-6. 고위험 중업종별 유해·위험요인의 평균 비교

구분		N	평균	표준편차
미끄럼, 헛디딤, 떨어짐	식료품 제조업	158	2.42	1.030
	1차 금속 제조업	269	2.10	.953
	금속 가공제품 제조업	225	2.02	.916
	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.95	.875
	기타 운송장비 제조업	129	2.48	1.213
	합계	1,054	2.14	.992
화학물질 접촉	식료품 제조업	158	1.47	.763
	1차 금속 제조업	269	1.65	.917
	금속 가공제품 제조업	225	1.68	.939
	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.63	.919
	기타 운송장비 제조업	129	1.84	1.059
	합계	1,054	1.65	.923
화염, 뜨거운 액체, 냉각가스	식료품 제조업	158	1.68	.979
	1차 금속 제조업	269	1.89	1.159
	금속 가공제품 제조업	225	1.49	.786
	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.49	.819
	기타 운송장비 제조업	129	1.91	1.042
	합계	1,054	1.67	.977
기계기구설비_끼임 위험	식료품 제조업	158	2.46	.994
	1차 금속 제조업	269	2.86	1.090
	금속 가공제품 제조업	225	2.51	1.090
	기타 기계 및 장비 제조업	273	2.49	1.092
	기타 운송장비 제조업	129	2.93	1.055
	합계	1,054	2.64	1.088
차량 위험	식료품 제조업	158	1.91	.970
	1차 금속 제조업	269	1.94	.974
	금속 가공제품 제조업	225	1.85	.908
	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.83	.993
	기타 운송장비 제조업	129	2.00	1.008
	합계	1,054	1.90	.969

5개 중업종별 5개 유해·위험요인의 차이가 있는지를 확인하기 위해 유의수준 0.05로 일원배치 분산분석을 실시하였으며, 분석 결과는 표Ⅲ-7.과 같다. 분석 결과, 미끄러짐, 헛디딤, 떨어짐, 화학물질 접촉, 화염, 뜨거운 액체, 냉각가스, 끼임 위험에서 유의확률이 0.05보다 작게 나와서 하나 이상의 중업종 집단 간에 유해·위험요인이 차이가 있는 것으로 분석되었다.

표Ⅲ-7. 고위험 중업종별 유해·위험요인 분산분석 결과

구분		제곱합	df	평균 제곱	F	유의확률
미끄러짐, 헛디딤, 떨어짐	집단-간 (조합됨)	41.189	4	10.297	10.861	.000
	집단-내	994.587	1049	.948		
	합계	1035.776	1053			
화학물질접촉	집단-간 (조합됨)	9.968	4	2.492	2.946	.019
	집단-내	887.322	1049	.846		
	합계	897.290	1053			
화염,뜨거운액체, 냉각가스	집단-간 (조합됨)	36.314	4	9.078	9.820	.000
	집단-내	969.759	1049	.924		
	합계	1006.073	1053			
기계기구설비_끼 임 위험	집단-간 (조합됨)	39.105	4	9.776	8.498	.000
	집단-내	1206.721	1049	1.150		
	합계	1245.826	1053			
차량 위험	집단-간 (조합됨)	3.669	4	.917	.977	.419
	집단-내	984.851	1049	.939		
	합계	988.520	1053			

Tukey HSD를 사용하여 사후분석(Post Hoc)을 실시하였으며 결과는 표Ⅲ-8.과 같다. 미끄러짐, 헛디딤, 떨어짐의 경우 식료품 제조업, 기타 운송장비 제조업이 다른 3개 중업종 보다 해당 유해·위험요인의 값이 유의미하게 큰 것으로 나타났다. 화학물질 접촉의 경우, 기타 운송장비 제조업이 식료품 제조업 보다 큰 것으로 확인되었다. 화염, 뜨거운 액체, 냉각가스와 끼임 두 가지 유해·위험요인의 경우, 1차 금속 제조업과 기타 운송장비 제조업이 나머지 3개의 중업종 보다 유의미하게 큰 것으로 분석되었다.

표Ⅲ-8. 일원배치 분산분석의 사후분석 결과

유해위험 요인	중업종	N	유의수준 = 0.05에 대한 부집단		
			1	2	3
미끄럼, 헛 디딤, 떨어 짐	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.95		
	금속 가공제품 제조업	225	2.02		
	1차 금속 제조업	269	2.10		
	식료품 제조업	158		2.42	
	기타 운송장비 제조업	129		2.48	
	유의확률		.592	.979	
화학물질 접촉	식료품 제조업	158	1.47		
	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.63	1.63	
	1차 금속 제조업	269	1.65	1.65	
	금속 가공제품 제조업	225	1.68	1.68	
	기타 운송장비 제조업	129		1.84	
	유의확률		.176	.176	
화염, 뜨거운 액체, 냉 각가스	금속 가공제품 제조업	225	1.49		
	기타 기계 및 장비 제조업	273	1.49		
	식료품 제조업	158	1.68		
	1차 금속 제조업	269		1.89	
	기타 운송장비 제조업	129		1.91	
	유의확률		.069	.880	
끼임 위험	식료품 제조업	158	2.46		
	기타 기계 및 장비 제조업	273	2.49		
	금속 가공제품 제조업	225	2.51		
	1차 금속 제조업	269		2.86	
	기타 운송장비 제조업	129		2.93	
	유의확률		.994	.966	

3.2.3. 중업종별 유해위험요인과 산업재해의 연관성 분석

앞서 5개 고위험 중업종별 5개 유해·위험요인이 차이가 있는지를 일원배치 분산 분석을 통해 확인하였으며, 차량을 제외한 4가지 유해·위험요인에서 유의미한 차이가 있는 것으로 분석되었다.

이에 고위험 중업종별로 어떠한 유해·위험요인이 산업재해에 더 영향을 미치고 있는지를 확인하기 위해 포아송 회귀모형을 활용하여 추가 분석을 실시하였다. 각 중업종별 2년간 업무상 사고 건수를 종속변수로 하고 5개 유해·위험요인을 독립변수, 즉 주효과로 하여 유의수준 0.05로 SPSS(v.25, IBM)를 사용하여 분석하였다.

5개 유해·위험요인에 대한 포아송 회귀 모형식은 다음과 같으며, 5개 고위험 중업종별 해당 회귀 모형식을 각각 도출해 보았다.

$$\log [E(Y|X)] = \beta_0 + \beta_1\text{미끄럼,헛디딤,떨어짐위험} + \beta_2\text{화학물질접촉위험} + \beta_3\text{화염,뜨거운액체,냉각가스등위험} + \beta_4\text{기계,기구위험} + \beta_5\text{차량위험}$$

1) 식료품 제조업

식료품 제조업은 사람이나 동물 등이 먹을 수 있는 식료품 및 동물용 사료를 가공하는 산업을 지칭하며, 일반적인 생산 공정은 원재료 입·출하 및 포장, 배합 및 성형, 폐수처리 등으로 구성되어 있다. 주요 위험요인은 이동 및 운용 차량 등 기기에서 떨어짐, 충돌, 끼임 위험, 미끄러운 작업장 바닥에서 넘어짐 등인 것으로 확인되었다.

포아송 회귀분석을 수행하기에 앞서 독립변수 사이에 다중공선성이 존재하는지 확인하기 위해 식료품 제조업의 2년간 업무상 사고건수를 종속변수로 하고 5가지 유해·위험요인을 독립변수로 하여 선형회귀 분석 결과, 표Ⅲ-9.과 같이 5가지 유해·위험요인의 다중공선성(VIF) 값이 모두 10보다 작아 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 확인되었다.

식료품 제조업에서 포아송회귀분석 결과는 표Ⅲ-9.와 같으며, 절편, 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐과 차량 등에 의한 유해·위험요인의 유의확률이 0.05보다 작으며 B값이 각각 0.387, 0.529로서 업무상 사고에 양(+의 영향을 주는 것으로 분석되었다. 즉, 해당 유해·위험요인이 크다고(즉 위험하다고) 응답하는 경우에 업무상 사고 건수 또한 함께 증가하는 것으로 분석되었으며, 포아송 회귀 모형식은 다음과 같다.

$$\log [E(Y|X)] = -1.709 + 0.387\text{미끄럼,헛디딤,떨어짐위험} + 0.529\text{차량위험}$$

포아송 회귀분석 결과, 식료품 제조업의 유해·위험요인은 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험과 차량 위험 인 것으로 분석되었으며, 2장. 이론적 배경에서의 주요 위험요인인 이동 및 운용 차량 위험, 미끄러운 작업장 바닥에 의한 위험과 상호 일치하는

것으로 나타났다.

표Ⅲ-9. 식료품 제조업의 포아송회귀분석 결과

소스 (절편)	Wald 카이제곱	자유도	유의 확률	B	공선성 통계량	
					공차	VIF
(절편)	33.433	1	.000	-1.709		
미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험	17.071	1	.000	.387	.636	1.572
화학물질접촉 위험	.266	1	.606	-.058	.581	1.721
화염, 뜨거운 액체, 냉각가스 등 위험	.507	1	.477	-.062	.606	1.650
기계기구 위험	1.087	1	.297	-.106	.690	1.449
차량 위험	32.584	1	.000	.529	.622	1.609

2) 1차 금속 제조업

1차 금속 제조업은 고로, 전기로, 압연 및 기타 가공 설비를 갖추고 각종 금속 광물, 금속 스크랩 등을 원료로 해서 일반적으로 제련, 정련, 용해, 합금처리, 주조 등의 공정을 거쳐 금속 및 주물 제품을 생산하는 업종을 말한다. 주요 위험요인은 설비·기계 운용 시 끼임 위험, 고온에 의한 화재·폭발 위험, 지게차·크레인 등이 존재하고 있다.

포아송 회귀분석에 앞서 독립변수 간 다중공선성이 존재하는지 확인하기 위해 1차 금속 제조업의 2년간 업무상 사고건수를 종속변수로 하고 5가지 유해·위험요인을 독립변수로 하여 선형회귀 분석 결과, 표Ⅲ-10.과 같이 5가지 유해·위험요인의 VIF 값이 모두 10보다 작아 다중공선성은 존재하지 않았다.

1차 금속 제조업의 포아송회귀분석 결과는 표Ⅲ-10.과 같으며, 절편, 화염, 뜨거운 액체, 냉각가스와 차량에 의한 유해·위험요인이 유의확률 0.05보다 작아서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, B값이 각각 0.189, 0.186으로 두 요인 모두 업무상 사고와 양(+)의 상관관계에 있다고 할 수 있다. 즉 화염, 뜨거운 액체, 냉각가스와 차량에 의한 위험이 높을수록 업무상 사고 역시 더 커진다는 것을 알 수 있으며, 1차 금속 제조업의 포아송 회귀 모형식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\log [E(Y|X)] = -1.669 + 0.189\text{화염,뜨거운액체,냉각가스등위험} + 0.186\text{차량위험}$$

1차 금속 제조업은 화염, 뜨거운, 액체, 냉각가스와 차량에 의한 위험이 존재하는 것으로 분석되었으며 이는 2장. 이론적 배경에서의 고온에 의한 화재·폭발 위험과 지게차·크레인 등 차량류에 의한 위험이 존재한다는 분석과 상당 부분 일치하는 것으로 나타났다.

표Ⅲ-10. 1차 금속 제조업의 포아송회귀분석 결과

소스	Wald 카이제곱	자유도	유의확률	B	공선성통계량	
					공차	VIF
(절편)	45.799	1	.000	-1.669		
미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험	2.383	1	.123	.137	.704	1.420
화학물질접촉 위험	3.434	1	.064	.146	.682	1.467
화염, 뜨거운액체, 냉각가스 등 위험	8.998	1	.003	.189	.683	1.465
기계기구 위험	.001	1	.979	.002	.711	1.405
차량 위험	5.242	1	.022	.186	.732	1.385

3) 금속 가공제품 제조업

금속 가공제품 제조업 구조용 금속제품, 탱크 등 저장용기, 보일러, 수공구 및 일반 철물 등을 생산하는 업종으로 일반적인 생산 공정은 원자재 입고, 절단, 용접, 가공, 사상 및 도장, 출하 순으로 이루어져 있다. 중량물인 금속을 이동 시 지게차, 이동대차, 화물차량 등에 의한 위험과 용접, 사상 및 도장 시 소음, 근골격계 질환 위험, 분진, 용접흄 등에 의한 건강 장애 위험이 큰 것으로 분석되었다.

독립변수 사이에 다중공선성이 존재하는지 확인하기 위해 금속 가공제품 제조업의 2년간 업무상 사고건수를 종속변수로 하고 5가지 유해·위험요인을 독립변수로 하여 선형회귀 분석 결과, 표Ⅲ-11.과 같이 5가지 유해·위험요인의 VIF 값이 모두 10보다 작아 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 분석되었다.

금속 가공제품 제조업의 포아송회귀분석 결과는 표Ⅲ-11.과 같으며, 절편과 차량에 의한 유해·위험요인이 유의확률 0.001로서 0.05보다 작아 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 절편은 -1.407, 차량의 B값은 0.408로 업무상 사고와 양(+)의 상관관계에 있는 것으로 확인되었다. 즉 차량에 의한 위험이 커질수록 업무상 사고 역시 더 커지는 것을 알 수 있다. 금속 가공제품 제조업의 포아송 회귀 모형식은 다음과 같다.

$$\log [E(Y|X)] = -1.407 + 0.408\text{차량위험}$$

분석 결과, 금속 가공제품 제조업의 경우 차량에 의한 위험이 큰 것으로 나타났으며, 이는 앞서 2장 이론적 배경에서의 금속 이동 시 지게차, 이동대차, 화물차량 등에 의한 위험이 존재한다는 것과 일치하는 것으로 분석되었다.

표Ⅲ-11. 금속 가공제품 제조업의 포아송회귀분석 결과

소스	Wald 카이제곱	자유도	유의확률	B	공선성 통계량	
					공차	VIF
(절편)	17.414	1	.000	-1.407		
미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험	1.073	1	.300	-.133	.696	1.437
화학물질접촉 위험	.179	1	.672	-.059	.642	1.558
화염, 뜨거운 액체, 냉각가스 등 위험	.287	1	.592	-.087	.649	1.540
기계기구 위험	.521	1	.471	.083	.671	1.491
차량 위험	11.978	1	.001	.408	.660	1.516

4) 기타 기계 및 장비 제조업

기타 기계 및 장비 제조업은 여러 산업의 범용성 기계·장비와 특정 산업의 특수 목적용 기계·장비를 생산하는 업종을 아우르고 있으며 일반적인 생산공정은 입고, 절단, 벤딩, 성형, 용접, 가공, 조립, 시험 및 검사, 도장, 출하 순인 것으로 분석되었다. 사고사망 다발 기인물은 운반·인양설비·기계, 제조 및 가공설비, 기타 건물·구조물 순이었으며 발생형태는 고소작업 중 떨어짐, 벤딩기, 프레스기 등 가공 설비·기계에 끼임, 크레인에 깔림 등인 것으로 분석되었다.

독립변수 간 다중공선성이 존재하는지 확인하기 위해 기타 기계 및 장비 제조업의 2년간 업무상 사고건수를 종속변수로 하고 5가지 유해·위험요인을 독립변수로 하여 선형회귀 분석 결과, 표Ⅲ-12와 같이 5가지 유해·위험요인의 VIF 값이 모두 10보다 작아 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 확인되었다.

기타 기계 및 장비 제조업의 포아송회귀분석 결과는 표Ⅲ-12와 같으며, 절편, 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐과 끼임에 의한 유해·위험요인의 유의확률이 0.05보다 작아서 통계적으로 유의한 것으로 나타났으며, 절편은 -2.959, B값은 각각 0.297, 0.384로 두 요인 모두 업무상 사고와 양(+)의 상관관계에 있는 것으로 확인되었다. 즉 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐과 끼임 위험이 높아질수록 업무상 사고 역시 더 커지는 것을 알 수 있다. 또한 기타 기계 및 장비 제조업의 포아송 회귀 모형식은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\log [E(Y|X)] = -2.959 + 0.297\text{미끄럼,헛디딤,떨어짐위험} + 0.384\text{기계,기구끼임위험}$$

기타 기계 및 장비 제조업의 포아송회귀분석 결과, 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험과 기계, 기구에 끼임 위험이 큰 것으로 나타났으며 이론적 배경에서의 주요 위험요인인 고소작업 중 떨어짐, 벤딩기, 프레스기 등 가공 설비·기계에 끼임 등과 일치하는 것으로 분석되었다.

표Ⅲ-12. 기타 기계 및 장비 제조업의 포아송회귀분석 결과

소스	Wald 카이제곱	자유도	유의 확률	B	공선성 통계량	
					공차	VIF
(절편)	67.746	1	.000	-2.959		
미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험	3.878	1	.049	.297	.585	1.709
화학물질접촉 위험	1.428	1	.232	-.159	.582	1.719
화염, 뜨거운 액체, 냉각가스 등 위험	1.070	1	.301	.156	.500	1.998
기계기구 위험	10.133	1	.001	.384	.663	1.509
차량 위험	.229	1	.632	.058	.620	1.614

5) 기타 운송장비 제조업

기타 운송장비 제조업은 선박 및 보트 건조, 철도 장비, 항공기, 우주선 등을 생산하는 업종으로 구성되어 있으며 선박 제조, 즉 강선 건조업의 일반적인 생산 공정은 재료 하역, 전처리, 현도 및 마킹, 절단 및 벤딩, 조립, 조장, 의장, 탑재 순으로 이루어진다. 사고사망 다수 발생 기인물은 운반, 인양 설비·기계, 항공, 수상교통수단, 일반제조 및 가공설비·기계 순인 것으로 분석되었다.

독립변수 간 다중공선성이 존재하는지 확인하기 위해 기타 운송장비 제조업의 2년간 업무상 사고건수를 종속변수로 하고 5가지 유해·위험요인을 독립변수로 하여 선형회귀 분석 결과, 표Ⅲ-13.과 같이 5가지 유해·위험요인의 VIF 값이 모두 10보다 작아 역시 다중공선성은 존재하지 않는 것으로 나타났다.

기타 운송장비 제조업의 포아송회귀분석 결과는 표Ⅲ-13.과 같으며, 절편과 차량에 의한 유해·위험요인이 유의확률이 0.05보다 작아서 통계적으로 유의한 것으로 나타났다. 절편은 -2.275, 차량의 B값은 0.308로 업무상 사고와 양(+)의 상관관계에 있다고 할 수 있다. 즉 차량에 의한 위험이 높아질수록 업무상 사고 역시 더 커지는 것을 알 수 있다. 기타 운송장비 제조업의 포아송 회귀 모형식은 다음과 같다.

$$\log [E(Y|X)] = -2.275 + 0.308\text{차량위험}$$

포아송회귀분석 결과, 차량에 의한 위험이 큰 것으로 나타났으며, 이론적 배경에서의 해당 업종의 사고사망 주요 기인물인 운반, 인양 설비·기계 및 항공, 수상교통수단인 것과 비교했을 때 기계·설비의 특성 측면에서 상당 부분 일치하는 것으로 나타났다.

표Ⅲ-13. 금속 가공제품 제조업의 포아송회귀분석 결과

소스	Wald 카이제곱	자유도	유의 확률	B	공선성통계량	
					공차	VIF
(절편)	25.132	1	.000	-2.275		
미끄럼,헛디딤,떨어짐 위험	.855	1	.355	.134	.567	1.764
화학물질접촉 위험	.030	1	.861	.024	.778	1.285
화염,뜨거운액체,냉각가스 등 위험	2.968	1	.085	.270	.571	1.750
기계기구 위험	.115	1	.734	-.054	.717	1.396
차량 위험	4.936	1	.026	.308	.711	1.407

6) 소결

선정된 5개 제조업 중업종을 대상으로 2년간 업무상 사고 건수를 종속변수로 하고 업무상 사고에 직접적인 영향을 미칠 수 있는 5가지 유해·위험요인을 독립변수(주효과)로 해서 포아송 회귀분석을 실시하였다.

5개 중업종 전체가 제2장 이론적 배경에서의 유해·위험요인과 포아송 회귀분석 결과에서 도출된 위험요인이 상당 부분 일치하는 것으로 나타났으며, 상세 비교 내용은 표Ⅲ-14.와 같다.

식료품 제조업의 경우 미끄러운 작업환경에 의한 위험과 이동 등을 위한 차량 위험이 큰 것으로 나타났으며, 1차 금속 제조업은 화염 등에 의한 위험, 차량에 의한 위험이 큰 것으로 분석되었다. 기타 기계 및 장비 제조업의 경우 떨어짐 위험과 기계·설비에 의한 끼임 위험이 큰 것으로 나타났으며, 금속 가공제품 제조업과 기타 운송장비 제조업의 경우는 운반, 이동을 위한 차량에 의한 위험이 큰 것으로 분석되었다.

결론적으로 위험특성이 유사한 중업종을 하나의 분석 대상 군으로 설정하여 포아송 회귀분석을 통해 도출한 유해·위험요인이 중업종별 실제 유해·위험요인과 거의 일치함을 확인해 볼 수 있었다. 즉 향후 산업재해 예방을 위한 연구 시 기존의 대업종 중심의 연구보다는 위험 특성이 유사한 중업종 또는 소업종 중심의 연구가 실효성이 있을 것으로 판단된다.

표Ⅲ-14. 중업중별 위험요인의 비교

구분	이론적 배경에서의 위험요인	포아송회귀분석 결과 위험요인
식료품 제조업	이동·운용 차량에서 떨어짐· 충돌·끼임 위험, 미끄러운 작업장 바닥에 의한 위험 등	미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험 차량에 의한 위험
1차 금속 제조업	설비·기계 운용 시 끼임 위험, 고온에 의한 화재·폭발 위험, 지게차·크레인 등에 의한 위험 등	화염, 뜨거운 액체, 냉각가스 위험 차량에 의한 위험
금속 가공제품 제조업	지게차/이동대차/화물차량 등에 의한 위험, 소음, 근골격계 질환 위험 등	차량에 의한 위험
기타 기계 및 장비 제조업	고소작업 중 떨어짐 위험, 벤딩기/프레스기 등 가공 설비·기계에 끼임, 크레인에 깔림 위험 등	미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험 기계·설비 끼임 위험
기타 운송장비 제조업	운반·인양 설비·기계에 의한 위험, 항공·수상교통 수단에 의한 위험, 제조·가공 설비·기계 에 의한 위험	차량에 의한 위험

제4장 결론

4.1. 연구결과 요약

2020년 1월 산업안전보건법이 전부개정 되었으며, 2022년 1월에는 중대재해처벌법이 시행되는 등 산업재해 사고사망자 감소를 위한 사회적, 정책적 노력과 시도가 지속되고 있지만 여전히 사고사망자가 감소는 답보 상태이다.

이러한 사회적 노력과 뜻을 같이하면서, 이 연구는 최근인 2022년 12월 공개된 산업안전보건 실태조사 결과를 활용하여 선행연구를 좀 더 보완해서 산업재해를 감소시킬 수 있는 실질적 방안을 마련할 수 있지 않을까라는 물음에서 출발하였다. 기존 실태조사 결과를 활용한 선행연구들이 제조업, 건설업, 서비스업 등 대업종 중심으로 연구가 이루어짐에 따라 위험특성이 유사한 중·소업종에 대한 실효성 있는 대책을 제시하기에는 분명히 한계가 있었다.

이에 이 연구에서는 대업종이 아닌, 실태조사 설문항목 중 유해·위험요인이 제조업 중업종 사업장의 업무상 사고에 어떠한 영향을 미치는지 포아송 회귀모형을 사용하여 분석해 보았다. 분석 대상으로 선정된 5개 고위험 중업종은 식료품 제조업, 1차 금속 제조업, 금속 가공제품 제조업, 기타 기계 및 장비 제조업, 기타 운송장비 제조업이며, 업무상 사고와 관련성이 높은 5가지 유해·위험요인은 미끄럼·헛디딤·떨어짐, 화학물질 접촉, 화염·뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험, 기계·기구·그 밖의 설비로 인한 위험, 차량으로 인한 위험을 선정하였다.

실태조사의 유해·위험요인 20가지에 대해서 제조업 전체 평균과 선정된 고위험 5개 중업종의 평균을 비교한 결과, 신체적 부담 중 장시간 앉아 있는 자세로 인한 위험을 제외한 19개 항목에서 5개 고위험 중업종의 평균이 제조업 전체 평균 보다 위험도가 같거나 높은 것으로 나타났다. 또한 5개 고위험 중업종별 선정된 5가지 유해·위험요인간의 차이를 일원배치 분산분석으로 분석한 결과, 차량 위험을 제외한 4가지 유해·위험요인에서 중업종별로 차이가 있는 것으로 분석되었다.

고위험 5개 중업종별로 5가지 유해·위험요인이 업무상 사고와 어떠한 연관성을 가지는지 포아송 회귀모형을 통해 분석하였으며, 분석결과는 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫 번째로 식료품 제조업의 포아송 회귀분석 결과, 업무상 사고에 양(+의 영향을 주는 유해·위험요인은 미끄럼·헛디딤·떨어짐, 차량위험인 것으로 분석되었다. 이는 포아송 회귀분석에 의한 유해·위험요인과 이 연구의 제2장의 이론적 배경에서의 식료품 제조업의 주요 위험요인인 이동 및 운용 차량, 기기에 의한 떨어짐, 충돌, 미끄러운 작업장 등에 의한 위험요인이 상당 부분 일치함을 확인해 볼 수 있다.

두 번째로 1차 금속 제조업의 포아송 회귀분석 결과, 업무상 사고에 양(+의 영향을 미치는 유해·위험요인은 화염·뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험과

차량위험으로 확인되었다. 이 또한 이 연구의 제2장 이론적 배경에서 1차 금속 제조업은 용해로 등의 열로 인한 위험과 차량, 크레인 등에 의한 위험이 존재하는 것으로 나타났으며, 포아송 회귀분석 결과의 유해·위험요인과 실제 위험요인이 상당 부분 일치하는 것으로 나타났다.

세 번째로 금속 가공제품 제조업의 포아송 회귀분석 결과, 업무상 사고에 양(+)의 영향을 주는 유해·위험요인은 차량위험으로 분석되었다. 이 역시 2장의 이론적 배경에서 제시된 바와 같이 금속 가공제품 제조업은 철강재, 비철금속재로 중량의 건물, 교량, 철탑 등을 생산하는 업종으로 차량, 지게차 등에 의한 위험이 상당 부분 존재하는 것으로 나타났다.

네 번째로 기타 기계 및 장비 제조업의 포아송 회귀분석 결과, 업무상 사고에 양(+)의 영향을 미치는 주된 유해·위험요인은 미끄럼·헛디딤·떨어짐과 끼임인 것으로 분석되었다. 기타 기계 및 장비 제조업의 경우에도 지게차, 크레인, 가스절단기, 프레스, 벤딩롤러, 성형기, 용접기, 드릴기 등 기계·설비의 넘어짐, 끼임 등의 위험요인이 상당 부분 존재하며, 주된 사고사망 발생형태는 떨어짐 14명, 끼임 11명인 것으로 확인되었다.

마지막으로 기타 운송장비 제조업의 포아송 회귀분석 결과에서 유해·위험요인은 차량위험으로 분석되었다. 기타 운송장비 제조업 역시 원료를 입고나 출고할 때 사용하는 차량, 지게차, 크레인 등에 의한 위험이 큰 것으로 분석되었다.

4.2. 제조업 중업종 안전 개선방안

제조업 고위험 중업종별 업무상 사고에 영향을 미치는 유해·위험요인을 포아송 회귀분석을 통해 도출해 보았으며, 도출된 중업종별 유해·위험요인에 대한 안전 개선방안을 다음과 같이 제시하고자 한다.

첫 번째로 고위험 중업종에 대해 분산분석 결과에 의하면 중업종별 유해·위험요인에 차이가 있는 것으로 확인이 되었으며, 포아송 회귀분석 결과에 의하면 업무상 사고에 영향을 미칠 수 있는 유해·위험요인 또한 중업종별 상이한 것으로 분석되었다. 이에 사업장 내 유해·위험요인 발굴 및 개선을 위해 중업종별 위험특성을 고려한 위험식별, 즉 위험성평가가 실시되어야 할 것이다. 즉 표Ⅳ-1.의 식료품 제조업을 예를 든다면 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험과 차량 위험에 주안점을 두고 위험성평가가 실시되어야 할 것이다. 또한 중소기업 사업장의 원활한 위험성평가 수행을 위해서 업종별 위험특성과 사고사례 등을 기반으로 하는 가이드 나 매뉴얼 제시가 추가적으로 필요할 것으로 판단된다.

두 번째로 포아송 회귀분석 결과, 중업종별 업무상 사고에 영향을 미치는 유해·위험요인은 표Ⅳ-1과 같다. 1차 금속 제조업의 경우, 화염·뜨거운 액체, 냉각 가스 등 열로 인한 위험, 차량 위험에 의해 업무상 사고가 증가하는 것으로 나타났으며, 해당 위험요인을 관리, 통제, 개선할 수 있는 안전개선방안이 적용되어야 할 것이

다. 금속 가공제품 제조업과 기타 운송장비 제조의 경우 차량 위험이 큰 것으로 나타났으며 해당 위험에 대해 집중 관리가 필요할 것으로 판단된다. 기타 기계 및 장비 제조업의 경우 미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험과 끼임 위험이 큰 것으로 나타났으며 이에 대한 맞춤형 또는 적절한 안전대책이 필요할 것이다. 요약하자면 표Ⅳ-1.과 같이 중업종별 유해·위험요인이 서로 상이함으로 각 중업종별 위험에 적합한 안전관리 대책이 필요할 것으로 판단된다.

표Ⅳ-1. 제조업 고위험 중업종별 유해·위험요인

중업종	유해·위험요인				
	미끄럼, 헛디딤, 떨어짐 위험	화학물질 접촉 위험	화염, 뜨거운액체, 냉각가스 위험	기계기구설비 위험(끼임)	차량 위험
식료품제조업	●				●
1차 금속 제조업			●		●
금속 가공제품 제조업					●
기타 기계 및 장비 제조업	●			●	
기타 운송장비 제조업					●

※ 업무상 사고와 유해·위험요인 간 양(+)의 관계가 있는 경우 “●” 로 표시

4.3. 연구의 의의 및 향후 연구 방향

기존 산업안전보건 실태조사 결과를 이용한 산업재해 관련 연구의 대부분이 제조업, 건설업, 서비스와 같은 대업종을 중심으로 연구가 수행되어 구체적인 안전개선 방안 제시에는 한계가 있었다. 하지만 이 연구는 대업종이 아닌 생산공정, 위험특성 등이 유사한 중업종을 중심으로 포아송 회귀모형 등의 통계 기법 등을 활용하여 업무상 사고에 영향을 미치는 유해·위험요인을 식별해 볼 수 있었다.

제10차 산업안전보건 실태조사 결과 자료에서 유해·위험요인에 대한 사업장 응답 자료를 바탕으로 분석을 실시하였으며, 이는 응답하는 사람 또는 부서의 성향, 처한 상황 등에 의해 실제 현상을 왜곡할 우려가 존재하므로 분석된 결과를 연구 대상인 중업종 전체로 일반화하기에는 다소 무리가 있을 수 있다.

또한 포아송 회귀분석의 신뢰도 확보를 위해 실태조사 표본수가 100 이상인 중업종을 분석 대상으로 선정하다 보니, 금속류를 취급하는 중업종이 5개 중 4개가 선정되어, 전자제품제조, 화학제품제조, 섬유제조 등과 같은 다양한 중업종을 포함하여 분석을 실시하지는 못하였다.

향후 산업재해 예방을 위한 후속 연구 시 대업종이 아닌 중업종 등 위험특성이 유사한 집단을 대상으로 하는 연구가 보다 활발하게 수행될 필요가 있다. 이를 통해 산업현장의 산업재해 감소를 위한 보다 실질적이며 실효성 있는 안전개선 방안, 대책 등이 제시될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- 고용노동부. 사업장 위험성평가에 관한 지침. 고용노동부 고시 제2020-53호. 2020
- 고용노동부. 산업안전보건법, 시행령, 시행규칙
- 고용노동부, 안전보건공단. 50인 미만 중소기업을 위한 안전보건관리체계 구축 가이드-강선 건조업(C, 31111)-. 2023a
- 고용노동부, 안전보건공단. 50인 미만 중소기업을 위한 안전보건관리체계 구축 가이드-구조용 금속제품 제조업(C, 2511)-. 2023b
- 고용노동부, 안전보건공단. 50인 미만 중소기업을 위한 안전보건관리체계 구축 가이드-식료품 제조업(C, 10)-. 2023c
- 고용노동부, 안전보건공단. 50인 미만 중소기업을 위한 안전보건관리체계 구축 가이드-일반 목적용 기계 제조업(C, 291)-. 2023d
- 고용노동부. 중대재해 감축 로드맵. 2022a
- 고용노동부. e-고용노동지표, 산업재해, 경제적 손실 추정액. 2023e
- 고용노동부. 2022년 산업재해 현황. 2022b
- 안전보건공단 산업안전보건연구원. [accessed 2023 April 16] Available from: URL:https://oshri.kosha.or.kr/researchField/introduction_b.do
- 안전보건공단. 안전보건 실무길잡이 21권 수산식료품 제조업. 2020
- 안전보건공단. 안전보건+, 철강산업이 직면한 탄소중립 과제, vol-397. 2022
- 안유정, 박선영, 이창훈, 김용진, 조교영, 김영민. 산업안전보건 실태조사로 본 사업장 안전보건활동이 사고율에 미치는 영향. 한국데이터정보과학회지 2019.30.6.1.1289
- 엄수현, 최서연. 사업장 위험요소 존재와 산업재해 발생의 관련성에 관한 연구 -제9차 산업안전보건 실태조사 자료를 중심으로-. 안전문화연구 2022(17)155-165
- 이경용, 김기식, 윤영식. 규제순응도와 산업재해 발생 수준간의 관계 분석-로지스틱 회귀분석과 포아송 회귀분석을 중심으로-, 대한안전경영과학회지 2013, vol.15,no.2,pp.9~20, 2013
- 이경용. 제조업 사업장의 안전보건활동이 안전보건수준 인식에 미치는 영향-산업안전보건 동향조사 자료를 중심으로-. 한국사회정책 2011;18(4):79-111
- 이광원, 서용운, 장성록, 이무상, 이종빈, 강성식, 정재호. 안전관리자 등 선임기준 강화에 관한 연구. 안전보건공단 산업안전보건연구원. 2021
- 이원상(2020), “머신 러닝을 위한 수학 with 파이썬, R”, 길벗
- 이한별, 박선영, 이창훈, 김영민, 조교영. 산업안전보건 실태조사로 본 사업장 특성에 따른 위험요인 노출 수준. 한국데이터정보과학회지 2020.31.1.65
- 장성록, 서용운, 이종빈, 김대민, 이세정, 정재호. 안전관리자 자격기준 강화 방안 마련. 안전보건공단 산업안전보건연구원. 2022
- 전용일, 이명선. 산업안전보건교육 교육제도 개선방안 연구. 안전보건공단. 2012

정재풍, 최종후. 교통사고건수에 대한 포아송 회귀와 음이항 회귀모형 적합. 한국자료분석학회. 2014,vol.16,no.1,pp.165-172
통계청. 한국표준산업분류. 2017

Abstract

In 2020, the Occupational Safety and Health Act was revised, and in January 2022, the Serious Accident Punishment Act was implemented. However, accident death rate in 10,000 people in Korea is higher than the OECD average. Accordingly, in November 2022, the government announced a policy promotion centered on risk assessment to reduce serious accidents.

KOSHA conducts Occupational Safety and Health Survey every three years for the manufacturing, construction, and service industries. In December 2022, the results of the 10th Occupational Safety and Health Survey were released. Studies using the results of the Occupational Safety and Health Survey were conducted for large industries. Accordingly, these studies did not suggest specific safety improvement measures.

This study used the results of the 10th Occupational Safety and Health Survey, Poisson regression analysis was conducted to confirm the relationship between hazardous risk factor and occupational accidents in manufacturing subsectors. Based on the analysis results, safety improvement plans for manufacturing subsectors were presented.

The target subsectors for Poisson regression analysis are food manufacturing, primary metal manufacturing, metal processing product manufacturing, other machinery and equipment manufacturing, and other transportation equipment manufacturing.

The variables selected for Poisson regression analysis are ① slipping, tripping, and falling, ② skin contact with chemicals, ③ heat such as flame, hot liquid, and cooling gas, and ④ risk due to machinery, instruments, and other facilities. Danger(getting caught, etc.), ⑤ Danger due to vehicles.

As a result of Poisson regression analysis with a significance level of 0.05, statistically significant results were obtained in all industries. (Using SPSS v.25/IBM)

The improvement plan based on the results of Poisson regression analysis is as follows. First, a risk assessment should be conducted considering the risk

characteristics of each manufacturing subsectors. Second, it is necessary to focus on improving hazardous risk factors that affect work-related accidents in the sub classed industry.

In this study, Poisson regression analysis was conducted focusing on the subsectors. In the future, studies on industrial accidents should be conducted focusing on subsectors with similar risk characteristics.

※ **Key words:** Hazardous Risk Factors, Occupational Accidents, Manufacturing Subsectors, Occupational Safety and Health Survey, Poisson Regression Analysis