

석사학위논문

일부 사업장의 위험성평가 자료 분석을
통한 위험성평가 방법 개선에 관한 연구

2024년

한 성 대 학 교 대 학 원

기 계 시 스 템 공 학 과

산 업 위 생 공 학 전 공

정 선 미

석사학위논문
지도교수 박두용

일부 사업장의 위험성평가 자료 분석을 통한 위험성평가 방법 개선에 관한 연구

A Study on Improving Risk Assessment Methods
through the Analysis of Risk Assessment Data
from Some Industries

2024년 6월 일

한성대학교 대학원

기계시스템공학과

산업위생공학전공

정선미

석사학위논문
지도교수 박두용

일부 사업장의 위험성평가 자료 분석을 통한 위험성평가 방법 개선에 관한 연구

A Study on Improving Risk Assessment Methods
through the Analysis of Risk Assessment Data
from Some Industries

위 논문을 공학 석사학위 논문으로 제출함

2024년 6월 일

한성대학교 대학원

기계시스템공학과

산업위생공학전공

정선미

정선미의 공학 석사학위 논문을 인준함

2024년 6월 일

심사위원장 김 민 구 (인)

심 사 위 원 황 규 석 (인)

심 사 위 원 박 두 용 (인)

국 문 초 록

일부 사업장의 위험성평가 자료 분석을 통한 위험성평가 방법 개선에 관한 연구

한 성 대 학 교 대 학 원
기 계 시 스 템 공 학 과
산 업 위 생 공 학 전 공
정 선 미

본 연구는 사업장에서 실시하는 위험성평가의 현황을 진단하고 그로부터 문제점과 개선방안을 도출하고자 실시하였다. 이를 위해 일반적인 사업장을 대상으로 위험성평가의 결과자료를 취합한 결과, 제조업 17개소, 기타의 사업 31개소, 건설업 8개소, 운수창고통신업 3개소, 그리고 광업과 전기가스수도업 각각 1개소 등 총 61개 사업장으로부터 2021년부터 2023년까지 실시한 위험성평가 결과 자료가 취합되었다.

취합된 자료로부터 어떤 유해위험요인을 평가하였는지, 어떤 유해위험요인이 심각성과 발생가능성에서 높게 또는 낮게 평가되었는지, 평가된 유해위험요인들은 업무상 사고나 업무상 재해가 높은 요인들과 상관관계가 있는지

등을 분석하였다.

취합한 위험성평가 결과를 분석한 결과, 모든 사업장에서 심각성과 발생가능성을 5x4점 척도로 하여 위험성을 평가하는 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템(KRAS)에 기반으로 하여 위험성평가를 실시하였다. 총 61개 사업장에서 실시한 위험성평가의 항목 수는 총 2,462건이었다. 이 중에서 고위험(16~20점)으로 평가된 항목 수는 78개(3.2%), 중위험(7~15점)으로 평가된 항목 수는 448개(18.5%), 저위험(1~6점)으로 평가된 항목 수는 1,900개(78.3%)로 나타나 대부분 6점 이하의 저위험에 대하여 위험성 평가 항목 수를 실시하고 있는 것으로 나타났다.

위험성평가에 나타난 유해위험요인의 종류는 68개로 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템(KRAS)에서 제시한 43개보다 25개 더 많았다. 이것은 사업장에 매우 다양한 위험요인이 있다는 것을 의미할 수도 있지만, 위험성평가를 실시한 2,462개 항목 중에서 저위험이 78.3%를 차지하는 것으로 미루어 볼 때 그다지 중요하지 않은 요인을 모두 유해위험요인으로 하여 위험성을 평가한 것으로 볼 수도 있다. 위험성이 1x1인 항목도 많이 나타나 불필요한 위험성평가도 많은 것으로 나타났다.

평가한 2,426건의 요인 중 안전 분야가 1,631건(67.2%)이고 보건 분야가 409건(16.9%)으로 안전 분야가 월등히 많았다. 안전과 보건으로 구분하기 모호한 요인은 386건(15.9%)이었다. 위험성평가 결과에서 나타난 유해위험요인의 빈도와 우리나라 산업재해 통계상 업무상 사망 및 사고 빈도와의 상관관계는 매우 낮게 나타났다.

위험성평가를 실시한 2,426건 중에서 1차 정기평가 후 개선을 실행하고 재평가한 항목은 828건(34.1%)이었다. 개선방법으로는 행정·관리적 대책 552건(66.7%), 보호구 착용 48건(5.8%), 공학적 개선 45건(5.4%)이었으며, 183건(22.1%)은 아무런 설명이나 기록 없이 단지 개선 후 위험성 점수만 낮춘 것

으로 나타났다.

이 연구를 통하여 위험성평가의 효과를 높이기 위해서는 주요 중대재해를 일으키는 요인을 중심으로 전환하고, 위험성평가를 할 때, 그렇게 평가한 이유와 근거를 명확히 기술하도록 하는 등의 개선이 필요한 것으로 나타났다.

【주요어】 위험성평가, 위험성평가 방법

목 차

제 1 장 서 론	1
제 1 절 연구배경 및 목적	1
제 2 장 연구 방법	3
제 1 절 연구 대상	3
제 2 절 분석 방법	4
제 3 장 연구 결과	5
제 1 절 총괄	5
1) 사업장 일반 현황	5
2) 위험성평가 현황	7
제 2 절 위험성평가 발생가능성(빈도) 분석	15
1) 유해위험요인별 빈도 분석	15
2) 세부 항목별 발생가능성 분석	17
3) 업종별 유해위험요인 빈도 분석	21
4) 보건·안전 요인별 빈도 분석	39
제 3 절 위험성평가 결과의 심각성(강도) 분석	44
1) 유해위험요인별 심각성 분석	44

2) 업종별 심각성 점수와 산업재해 순위 간 관계	50
3) 보건 · 안전 요인별 심각성 분석	60
4) 규모별 심각성 분석	63
5) 기인 요인별 심각성에 대한 평가 결과 분석	66
 제 4 절 위험성평가 개선 전·후 분석	70
1) 위험성평가 실시 후 개선 이전과 개선 이후 비교	70
2) 정기 위험성평가와 재평가 후 위험성평가의 심각성과 발생가능성 분포 현황	71
3) 정기 위험성평가 실시 후 개선대책 선정 분포	77
 제 5 절 위험성평가 방법 및 제도적 개선 방안	78
1) 배경 및 필요성	78
2) 위험성평가의 문제점과 개선 방안	81
 제 4 장 결 론	87
 참 고 문 헌	90
 ABSTRACT	91

표 목 차

〈표 1〉 업종별 대상 사업장 수	4
〈표 2〉 규모별 대상 사업장 수	5
〈표 3〉 실시 연도별 대상 사업장 수 및 위험성평가 항목 수	6
〈표 4〉 정기 위험성평가 유해위험요인 항목 수	7
〈표 5〉 위험도 크기에 따른 주요 유해위험요인	10
〈표 6〉 위험성평가 시스템(KRAS) 분류 기준에 따른 평가 항목 수	11
〈표 7〉 위험성평가 시스템(KRAS) 분류 기준에 없는 평가 항목 수	14
〈표 8〉 기타(작업특성) 및 기타(작업환경) 구분	14
〈표 9〉 업종별 유해위험요인의 평가 항목 수	16
〈표 10〉 유해위험요인 세부 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위	18
〈표 11〉 제조업 주요 요인별 연평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)	22
〈표 12〉 제조업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위	23
〈표 13〉 기타의 사업 주요 요인별 연평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)	25
〈표 14〉 기타의 사업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업 산업재해 발생 순위	26
〈표 15〉 건설업 주요 요인별 평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)	29
〈표 16〉 건설업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위	30
〈표 17〉 광업 주요 요인별 평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)	32
〈표 18〉 광업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위	32
〈표 19〉 운수창고통신업 주요 유해위험요인별 연평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)	34
〈표 20〉 운수창고통신업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위	35
〈표 21〉 전기가스수도업 주요 유해위험요인별 연평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)	37

〈표 22〉 전기가스수도업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위	37
〈표 23〉 보건·안전 요인별 평가 항목 수	40
〈표 24〉 안전요인 평가 항목 수	40
〈표 25〉 평균 업무상 질병자 수(2020-2022년)	43
〈표 26〉 보건 요인 평가 항목 수	43
〈표 27〉 심각성 가중치 점수 산출 방법	45
〈표 28〉 유해위험요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위	45
〈표 29〉 제조업 요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위	50
〈표 30〉 기타의 사업 요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위	54
〈표 31〉 건설업 요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위	58
〈표 32〉 보건·안전 요인별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	60
〈표 33〉 업종별 보건·안전 요인별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	61
〈표 34〉 보건 세부 요인별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	62
〈표 35〉 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	64
〈표 36〉 제조업 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	64
〈표 37〉 기타의 사업 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	65
〈표 38〉 건설업 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수	65
〈표 39〉 산업재해 주요 기인요인별 연평균 사망자 수(2020-2022)	66
〈표 40〉 떨어짐 요인 심각성에 대한 위험성평가 결과 분석	67
〈표 41〉 끼임 요인 심각성에 대한 위험성평가 결과 분석	68
〈표 42〉 부딪힘 요인 심각성에 대한 위험성평가 결과 분석	69
〈표 43〉 정기 위험성평가 후 개선되지 않은 유해위험요인 항목 수	70
〈표 44〉 심각성·가능성 점수 보유한 정기평가 유해위험요인 항목 수	72
〈표 45〉 심각성·가능성 점수 보유한 재평가 유해위험요인 항목 수	73
〈표 46〉 정기 위험성평가와 재평가 후 유해위험요인 변화율	73
〈표 47〉 재평가 후 위험성평가 결과 점수 변화 현황 분석	75
〈표 48〉 재평가 후 심각성이 변화된 유해위험요인 항목	76

〈표 49〉 심각성 점수별 개선 대책에 따른 유해위험요인 항목 수	77
〈표 50〉 떨어짐(추락) 사고의 심각성 및 발생가능성 요인 분석	82
〈표 51〉 중대재해 위험요인 필수 체크리스트	85

그 립 목 차

[그림 1]	결과의 심각성에 따른 발생가능성 분포	8
[그림 2]	발생가능성 수준에 따른 결과의 심각성 분포	8
[그림 3]	위험성평가 항목 수와 산업재해 사망자 순위 간의 관계	21
[그림 4]	위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계	49
[그림 5]	두 개의 극단 값을 제외한 전체 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계 (점선 원을 제거한 값)	49
[그림 6]	제조업 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계	52
[그림 7]	두 개의 극단 값을 제외한 제조업 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계 (점선 원을 제거한 값)	53
[그림 8]	기타의 사업 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계	56
[그림 9]	건설업 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계 ·	57
[그림 10]	두 개의 극단 값을 제외한 건설업 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계 (점선 원을 제거한 값)	58

제 1 장 서 론

제 1 절 연구배경 및 목적

산업 현장에서의 안전보건 문제의 중요성이 최근 들어 더욱 부각되면서, 기존의 산업재해를 예방하기 위해 사용된 명령-통제형 규제 방식(command and control regulations)의 한계가 드러나고 있다. 이러한 규제 방식은 일률적이고 경직된 관리 체계를 기반으로 하여 다양한 현장 상황을 충분히 반영하지 못하는 경우가 많았다. 이에 대한 보완책으로, 사업장 스스로가 특성에 맞는 규범을 마련하여 안전보건을 강화하고 지속적으로 모니터링하며 개선해 나가도록 하는 자기규율예방체계 구축이 강조되고 있는 상황에서 위험성평가는 중요한 시기를 맞이하고 있다.

우리나라에서도 2013년 위험성평가가 법제화 된 이후 지난 11년간 사업장에서 위험성평가가 지속적으로 시행되어 왔으며, 현재는 매우 중요한 산업안전보건정책의 핵심 수단으로 자리 잡고 있다. 특히 중대재해처벌법 도입 이후 경영책임자의 안전경영의 이행 여부를 판단하는데 있어 위험성평가 실시 여부가 매우 중요한 잣대로 작용하고 있다.

그럼에도 불구하고 현재 위험성평가는 실질적 성과와 형식적 준수 사이에서 다양한 논란이 존재하며 위험성평가가 실제 위험을 제대로 반영하지 못하고 있다거나 형식적으로 수행되고 있다는 비판이 제기되곤 했다. 위험성평가를 형식적으로 접근한다면 실제로 위험을 줄이는 데 효과적이지 못하며, 오히려 안전 관리의 본질을 훼손할 수 있다. 따라서 위험성평가의 수행 방식에 있어 다양한 의견이 나오고 있으며, 고용노동부에서도 2023년 새로운 위험성평가 방법을 안내하고 활용하도록 하고 있다.

사업장에서 위험성평가를 제대로 실시했다면 위험성평가 결과를 보면 어떤 유해위험요인의 위험성 높은지 알 수 있어야 한다. 원론적으로 보면 위험성평가는 해당 사업장 또는 해당 단위작업에서 가장 위험한 것부터 덜 위험한 것까지 위험도의 크기별로 분류하기 위한 것이다. 위험성이 큰 요인들을 분류할

수 있거나 파악할 수 있다면 효과적으로 사고나 직업병을 예방할 수 있을 것이다.

그러나 사업장의 입장에서 위험성평가 결과로 고위험을 도출하여 서류상으로 남기는 것은 쉽지 않다. 위험성평가 과정은 고위험요인을 파악하고 분류하는 것에 그치지 않고, 고위험요인에 대하여서는 개선방안을 강구하여 실행하여 위험도를 낮춘 후, 다시 위험성평가를 실시하도록 되어 있다. 결과적으로 최종 위험성평가 결과 보고서에는 위험성이 높은 요인은 남아 있지 않게 된다. 현실적으로 사업장의 입장에서 위험성평가 결과 자료나 보고서에 고위험요인을 남겨두기는 어렵다. 이러한 과정을 몇 번 거치다보면 처음 위험성평가를 실시할 때부터 고위험으로 평가하지 않으려 하는 경향이 생기게 된다.

본 연구는 이러한 점에 착안하여 실제 사업장에서 실시한 위험성평가 자료 또는 보고서가 그 사업장의 고위험 요인을 파악하거나 적절한 위험관리 방안을 도출하는데 적절한지 파악해 보고, 문제점이 있다면 그 개선방안을 모색해 보고자 실시하였다. 따라서 본 연구는 사업장에서 실시하고 있는 위험성평가 자료를 수집하여, 주로 어떤 유해위험요인에 대해 평가를 실시하였는지, 각 유해위험요인에 대해서는 발생가능성과 심각성을 어떻게 평가하고 있는지, 업종별, 규모별로 유사성 또는 차이점이 있는지, 그리고 일정한 추이나 경향이 있는지 등을 파악하고 분석하였다. 본 연구는 향후 사업장에서 실시하는 위험성평가의 실효성을 제고하고, 위험성평가 정책을 수립하는데 기초자료로 활용될 수 있을 것이다.

제 2 장 연구 방법

제 1 절 연구 대상

본 연구는 사업장의 위험성평가 실시 결과를 분석하기 위해 업종별, 규모별로 일정 수 이상의 위험성평가 결과를 취합하여 분석하는 것이 바람직하나 사업장에서 위험성평가 결과를 제공하거나 공개하는 것을 꺼려하여 결과 취합에 어려움이 있었다. 그래서 위험성평가 결과는 대한산업보건협회에서 업무 논의 과정에서 안전 및 보건 담당자에게 위험성평가 실시 여부를 문의하고 자료를 요청하는 방법으로 위험성평가 결과를 수집하였다. 이 결과 2021년부터 2023년까지 사업장에서 자체 인력이 수행한 총 61개 사업장으로부터 자료가 수집되었다. 동일 사업장이 여러 해에 걸쳐 수행한 결과는 없었다.

본 연구의 목적이 사업장에서 자체적으로 실시한 위험성평가에 대하여 그 현황과 내용을 분석하고자 하는 것이었으므로 수집된 위험성평가 결과 중에서 각 사업장에서 자체적으로 수행한 것만 포함하였다. 따라서 전문기관의 컨설팅을 통해 작성된 평가 결과는 제외하였다. 또, 수집된 위험성평가 결과 중 빈도와 강도를 3×3 척도로 평가한 4건의 결과는 제외하고 5×4 척도로 평가한 결과만을 대상으로 하였다.

위험성평가 결과를 수집한 사업장의 업종별·연도별 현황은 <표 1>과 같다.

〈표 1〉 업종별 대상 사업장 수

연도	업종						계
	제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기가스 수도업	
2021	0	1	0	0	0	0	1
2022	3	16	1	0	1	1	22
2023	14	14	7	1	2	0	38
계	17	31	8	1	3	1	61

제 2 절 분석 방법

위험성평가 결과 자료는 업종 및 공정, 총 근로자 수, 유해위험요인, 발생가능성 및 결과의 심각성을 분석하였다. 위험성평가 실시 후 개선을 실행하고 재평가를 한 경우에는 개선 전후를 비교하였다.

본 연구에서 분석한 내용은 다음과 같다. 첫째, 업종별 위험성 결과 주요 유해위험요인을 분석하였다. 위험성평가 주요 유해위험요인의 평가 항목 빈도와 산업재해 발생 순위 간의 관계 분석을 실시하여 실제로 발생할 수 있는 주요 재해 요인들을 얼마만큼 위험성평가 결과에 반영하고 있는지에 대하여 확인하였다. 이때, 산업재해 현황은 고용노동부에서 발간하는 「산업재해 현황 분석」 2020년부터 2022년 자료를 활용하였다. 둘째, 보건안전별, 규모별, 기인요인별 심각성에 따른 위험성평가 결과를 분석하였다. 셋째, 위험성평가 개선 전과 후를 비교하여 심각성과 발생가능성의 변화 추이와 변화된 유해위험요인을 확인하였다. 넷째, 위험성평가 결과 분석을 통하여 확인된 사항을 근거로 위험성평가 개선 방법을 제안하였다.

제 3 장 연구 결과

제 1 절 총괄

1) 사업장 일반 현황

본 연구는 2021년부터 2023년까지 실시한 위험성평가 결과를 분석한 것이다. 분석 대상은 총 61개소 사업장으로 확인된 위험성평가 항목 수는 총 2,426건이다. 대상 사업장의 업종은 산재보험료율 업종 구분에 따라 분류하였으며, 위험성평가 결과는 있으나 인원에 대한 정보를 확인할 수 없는 사업장은 4개소였다(〈표 2〉 및 〈표 3〉 참조).

〈표 2〉 규모별 대상 사업장 수(%)

규모	업종						계
	제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기·가스 수도업	
300인 이상	0 (0.0)	1 (1.6)	1 (1.6)	1 (1.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (4.9)
100~300인	5 (8.2)	5 (8.2)	1 (1.6)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.6)	12 (19.7)
50~100인	0 (0.0)	6 (9.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.6)	0 (0.0)	7 (11.5)
50인 미만	11 (18.0)	16 (26.2)	6 (9.8)	0 (0.0)	2 (3.3)	0 (0.0)	35 (57.4)
알 수 없음	1 (1.6)	3 (4.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	4 (6.6)
계	17 (27.9)	31 (50.8)	8 (13.1)	1 (1.6)	3 (4.9)	1 (1.6)	61 (100.0)

〈표 3〉 실시 연도별 대상 사업장 수 및 위험성평가 항목 수(%)

연도	제조업		기타의 사업		건설업		광업		운수창고 통신업		전기가스 수도업		계	
	사업장수	건수	사업장수	건수	사업장수	건수	사업장수	건수	사업장수	건수	사업장수	건수	사업장수	건수
2021	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (3.2)	35 (3.8)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.6)	35 (1.4)
2022	3 (17.6)	141 (14.0)	16 (51.6)	434 (47.1)	1 (12.5)	17 (8.5)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (33.3)	37 (34.3)	1 (100.0)	180 (100.0)	22 (36.1)	809 (33.3)
2023	14 (82.4)	864 (86.0)	14 (45.2)	453 (49.1)	7 (87.5)	183 (91.5)	1 (100.0)	11 (100.0)	2 (66.7)	71 (65.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	38 (62.3)	1,582 (65.2)
계	17 (100.0)	1,005 (100.0)	31 (100.0)	922 (100.0)	8 (100.0)	200 (100.0)	1 (100.0)	11 (100.0)	3 (100.0)	108 (100.0)	1 (100.0)	180 (100.0)	61 (100.0)	2,426 (100.0)

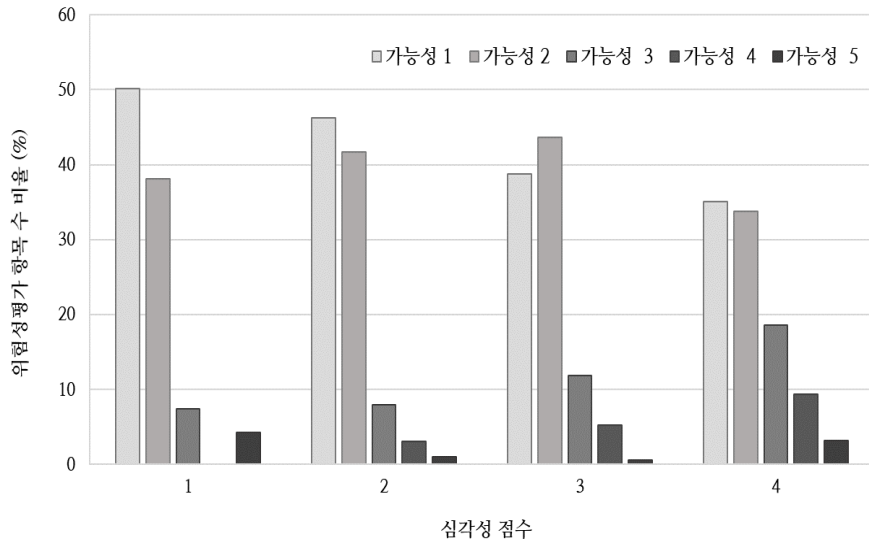
2) 위험성평가 현황

위험성평가 유해위험요인 항목 수 총 2,426건에 대한 위험성평가 결과의 심각성과 발생가능성 수준의 분포는 <표 4>와 같다.

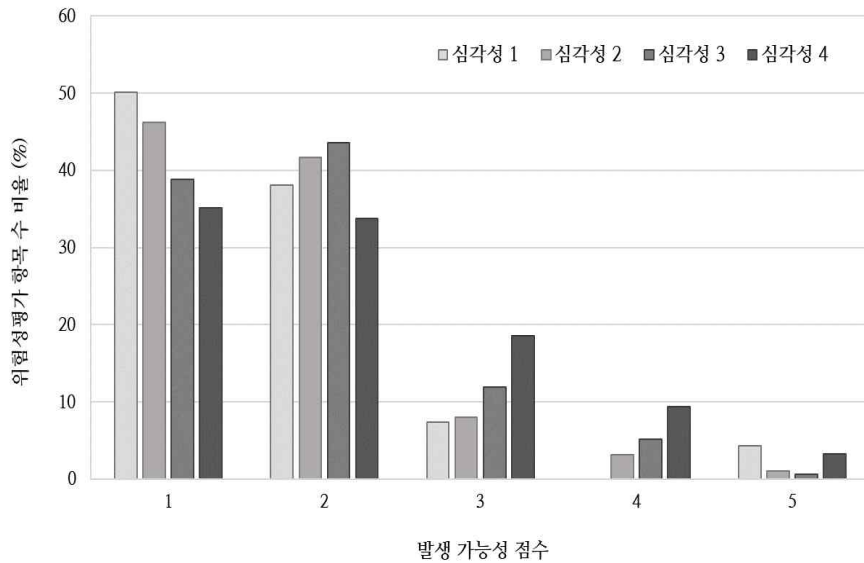
<표 4> 정기 위험성평가 유해위험요인 항목 수(%)

구분		결과의 심각성								계	
		1		2		3		4			
발 생 가 능 성	5	21	(4.3)	8	(1.0)	3	(0.6)	20	(3.2)	52	(2.1)
	4	0	(0.0)	25	(3.1)	27	(5.2)	58	(9.4)	110	(4.5)
	3	36	(7.4)	64	(8.0)	62	(11.9)	115	(18.6)	277	(11.4)
	2	185	(38.1)	334	(41.7)	227	(43.6)	209	(33.8)	955	(39.4)
	1	243	(50.1)	370	(46.2)	202	(38.8)	217	(35.1)	1,032	(42.5)
계		485	(100.0)	801	(100.0)	521	(100.0)	619	(100.0)	2,426	(100.0)

심각성에 따른 발생가능성 분포를 확인한 결과 [그림 1]과 같이 결과의 심각성 변화에 따른 큰 변화율은 확인되지 않았다. 다만, 발생가능성 수준이 높아질수록 심각성이 낮아지는 경향은 [그림 2]와 같다.



[그림 1] 결과의 심각성에 따른 발생가능성 분포



[그림 2] 발생가능성 수준에 따른 결과의 심각성 분포

가) 주요 유해위험요인

위험성결과를 위험도 크기별 주요 유해위험요인을 파악한 결과 <표 5>와 같다. 고위험 요인(16~20점)은 떨어짐, 화재, 물체에 맞음 등의 요소를 포함하며, 발생가능성과 심각한 결과로 인해 집중 관리가 필요하다. 중위험 요인(8~15점)은 물체에 맞음, 끼임, 감전 등으로, 중간 수준의 발생가능성과 결과를 가진다. 저위험 요인(1~7점)은 감전, 작업환경, 작업자 실수 등의 요인으로 구성되며, 상대적으로 낮은 위험 수준을 나타낸다.

5×4척도에서 고위험 요인 중 기타(작업환경)요인으로는 자연재해와 비상대응 훈련 관련 내용이였다. 반면, 저위험 기타(작업환경)요인으로는 작업장 정리정돈과 일반 환경 관리에 관한 사항, 안전보건교육 실시 관련 사항이 대부분을 차지하였다.

작업장의 환경이 다르지만 떨어짐, 물체에 맞음, 끼임의 경우 사고 발생 시 위험의 크기가 큰 요인들임에도 불구하고 평가 결과에서는 위험수준을 고위험, 중위험, 저위험으로 다양하게 평가하고 있음을 알 수 있다.

이는 동일한 유형의 요인이더라도 작업장의 상황과 환경, 예방 조치, 대응 체계 등에 따라 위험도의 평가가 다를 수 있기도 하지만, 한편 다른 의미로 보면 위험의 크기를 평가하는 기준이 명확하지 않고 동일한 업종에서 동일한 사고 유형에 대한 일관성 있는 평가 기준이 없다는 것을 나타내기도 한다. 또한, 판단하는 기준을 명확하게 기록해놓지 않기 때문에 추후 자의적인 해석이 작용할 가능성도 있다.

〈표 5〉 위험도 크기에 따른 주요 유해위험요인

위험도		총 요인수	총 평가 건수 (%)	유해위험요인	
구분	점수			주요 요인	개수
고위험	16~20	13	78 (3.2)	1. 떨어짐 2. 화재 3. 물체에 맞음 4. 기타(작업환경) 5. 끼임 6. 미끄러짐 7. 부딪힘 8. 안전통로 9. 가스 10. 미스트	18 13 10 9 8 6 4 2 2 2
중위험	8~15	38	448 (18.5)	1. 물체에 맞음 2. 끼임 3. 안전통로 4. 감전 5. 작업자 실수 6. 진동 7. 떨어짐 8. 작업도구 9. 불안정한 작업자세 10. 중량물 취급	55 37 35 34 28 24 23 16 15 14
저위험	1~7	62	1,900 (78.3)	1. 감전 2. 기타(작업환경) 3. 작업자실수 4. 작업도구 5. 안전통로 6. 떨어짐 7. 물체에 맞음 8. 중량물 취급 9. 끼임 10. 넘어짐	163 127 114 98 95 88 85 83 58 65
계		-	2,426 (100.0)	-	1,331

나) 유해위험요인 분류 기준

위험성평가 제도는 사업장에서 일하는 사람들, 즉 비전문가들이 상식적인 수준에서 실시하는 것을 기본으로 설계되었고 도입된 제도이다. 따라서 위험성평가 제도에서는 위험성평가를 실시하는 자의 자격이 따로 정해져 있지 않으며, 사업장에서 스스로 실시하도록 권장하고 있다. 위험성평가가 자율관리 제도의 대표적인 수단이라고 하는 이유가 여기에 있다. 그러나 산업안전보건 전문가 아닌 일반인들이 위험성평가를 실시한다는 것은 쉽지 않다. 특히 처음에는 더욱 그러하다. 이러한 어려움을 해소하기 위해 여러 가지 교육 자료나 해설서 또는 지침과 가이드라인이 나와 있다. 대표적인 것이 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템(KRAS)이다. 실제 대부분의 사업장에서는 이 시스템을 사용하여 위험성평가를 실시하고 있다. 본 연구에서 수집한 위험성평가 자료도 거의 모두 이 시스템에서 제시한 양식에 따라 위험성평가를 실시하였으며 유해위험요인도 이 시스템에서 제시한 것을 참고한 것으로 보였다. 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템에서는 <표 6>에서 보는 바와 같이 유해위험요인을 크게는, 기계적 요인, 전기적 요인, 화학적 요인, 생물학적 요인, 작업특성 요인 및 작업환경 요인 등 6개로 분류하였고, 각각의 요인에 대해 구체적인 유해위험요인을 파악할 수 있도록 세부적인 요인들을 열거해 놓았다.

<표 6> 위험성평가 시스템(KRAS) 분류 기준에 따른 평가 항목 수

KRAS 분류기준		본 연구자료 분석결과 (%)
구분	유해위험요인	
기계적 요인	1.1 끼임(감김) 1.2 절단·베임·긁힘 1.3 기계 낙하, 비래, 전복, 붕괴, 전도 위험 부분 1.4 충돌위험 부분 1.5 넘어짐(미끄러짐, 걸림, 헛디딤) 1.6 추락위험 부분	780 (38.1)

KRAS 분류기준		본 연구자료 분석결과 (%)
구분	유해위험요인	
전기적 요인	2.1 감전(안전전압초과) 2.2 아크 2.3 정전기 2.4 화재/폭발 위험	261 (12.8)
화학적 요인	3.1 가스 3.2 증기 3.3 에어로졸·흙 3.4 액체·미스트 3.5 고체(분진) 3.6 반응성 물질 3.7 방사선 3.8 화재/폭발 3.9 복사열/폭발과압	103 (5.0)
생물학적 요인	4.1 병원성 미생물, 바이러스에 의한 감염 4.2 유전자 변형물질(GMO) 4.3 알러지 및 미생물 4.4 동물 4.5 식물	16 (0.8)
작업특성 요인	5.1 소음 5.2 초음파·초저주파음 5.3 진동 5.4 근로자 실수(휴먼에러) 5.5 저압 또는 고압상태 5.6 질식위험·산소결핍 5.7 중량물 취급 작업 5.8 반복작업 5.9 불안정한 작업자세 5.10 작업(조작)도구 5.11 기후/고온/한랭	477 (23.3)

KRAS 분류기준		본 연구자료 분석결과 (%)
구분	유해위험요인	
작업환경 요인	6.1 기후/고온/한랭 6.2 조명 6.3 공간 및 이동통로 6.4 주변근로자 6.5 작업시간 6.6 조직 안전문화 6.7 화상 6.8 작업(조작)도구	410 (20.0)
계		2,047 (100.0)

본 연구에서 수집한 위험성평가 자료의 유해위험요인을 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템(KRAS)에서 제시하는 유해위험요인 기준에 따라 분류한 결과, 총 2,426건 중 2,047건은 위험성평가 시스템의 유해위험요인과 일치하였으며, 379건은 위험성평가 시스템에서 제시하는 유해위험요인 기준에 포함되지 않는 것으로 나타났다.

위험성평가 시스템에 포함되지 않은 379건의 유해위험요인은 매우 다양하게 나타났으며, 이를 위험성평가 시스템의 대분류 기준에 따라 분류한 결과는 <표 7>과 같다.

위험성평가 시스템의 유해위험요인 항목에 해당하지 않는 항목 중 특히 많은 비중을 차지하는 것은 작업특성 요인과 작업환경 요인이었다. 이를 다시 세분화하여 살펴본 결과는 <표 8>과 같다.

〈표 7〉 위험성평가 시스템(KRAS) 분류 기준에 없는 평가 항목 수

구분	유해위험요인 파악	평가 건수 (%)	
기계적 요인	마찰, 분리, 기타(기계적)	32	(8.4)
전기적 요인	전기설비결합, 누전	14	(3.7)
화학적 요인	분진 폭발, 피부 흡수, 흡입, 화학물질 누출, 기타(화학적)	9	(2.4)
생물학적 요인	기타(생물학적)	3	(0.8)
작업특성 요인	직무스트레스, 기타(작업특성)	103	(27.2)
작업환경 요인	보호구, 표지판, 공기오염, 야간작업, 미자격자, 기타(작업환경)	218	(57.5)
계		379	(100.0)

〈표 8〉 기타(작업특성) 및 기타(작업환경) 구분

요인	세부 카테고리	건수	계
기타 (작업환경)	1.1 일반 환경관리 관련	45	164
	1.2 작업장 정리정돈 관련	40	
	1.3 교육 관련	37	
	1.4 출입통제 및 비상대응 관련	13	
	1.5 쓰레기, 폐기물 관련	12	
	1.6 자연재해 관련	8	
	1.7 응급처치장비 관련	5	
	1.8 소방(소화)장비 상태 관련	2	
	1.9 기타	2	
기타 (작업특성)	2.1 작업절차 및 안전수칙 관련	20	58
	2.2 업무 표준화 관련	16	
	2.3 근무형태관련	11	
	2.4 업무숙련도 관련	7	
	2.5 의사소통 관련	3	
	2.6 기타	1	

제 2 절 위험성평가 발생가능성(빈도) 분석

1) 유해위험요인별 빈도 분석

위험성평가 결과를 산재보험료율 업종에 따라 유해위험요인을 6개 항목으로 분류한 결과는 <표 9>와 같다. 기계적 요인, 작업환경 요인, 작업특성 요인이 전체의 83.3%를 차지했다. 반면 생물학적 요인은 0.8%로 나타났는데 이는 대상 사업장의 업종 특성상 생물학적 요인에 대한 노출 빈도가 낮을 것으로 보인다. 화학적 요인의 경우도 4.6%로 낮게 평가되었는데 화학적 요인에 노출되었을 경우 그 영향이 즉각적으로 나타나지 않는 특성을 가지고 있기 때문에 평가 건수도 상대적으로 낮을 것으로 추정된다.

업종별로 분석을 실시한 결과, 제조업에서는 기계적 요인(34.7%), 작업특성 요인(25.7%), 작업환경 요인(22.2%)순으로 평가되었다. 이는 제조업에서 기계 사용이 빈번하고, 작업환경 및 특성에 따른 위험 요소들이 다양하게 존재하기 때문이다. 기타의 사업에서는 작업환경 요인(34.3%)이 가장 큰 비중을 차지하였으며 이는 다양한 사업에서의 작업환경 때문으로 보여진다. 반면, 건설업에서는 기계적 요인(44.0%)이 가장 높은 비율을 차지하였다. 이는 건설 현장에서의 건설 기계 및 건설 장비의 사용 빈도가 높고 이와 관련된 안전관리가 중요한 요소로 평가되고 있기 때문이다.

이처럼, 위험성평가 결과에서 주요 유해위험요인들은 각 업종의 특성과 밀접한 관련이 있으며 위험성평가를 통하여 주요 유해위험요인을 인지하고 이를 체계적으로 관리하고 개선하는 것은 매우 중요하다.

<표 9>과 같이 제조업, 건설업, 운수창고통신업에서는 기계적 요인이 매우 높은 위험 요소로 평가되었으며 기타의 사업과 전기가스수도업에서는 작업환경 요인이 주요한 위험요인으로 평가되었다.

〈표 9〉 업종별 유해위험요인의 평가 항목 수(%)

구분	제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기가스 수도업	평가 건수
기계적 요인	349 (34.7)	261 (28.3)	88 (44.0)	3 (27.3)	63 (58.3)	48 (26.7)	812 (33.5)
전기적 요인	138 (13.7)	64 (6.9)	36 (18.0)	0 (0.0)	2 (1.9)	35 (19.4)	275 (11.3)
화학적 요인	37 (3.7)	69 (7.5)	4 (2.0)	0 (0.0)	2 (1.9)	0 (0.0)	112 (4.6)
생물학적 요인	0 (0.0)	8 (0.9)	0 (0.0)	1 (9.1)	2 (1.9)	8 (4.4)	19 (0.8)
작업특성 요인	258 (25.7)	204 (22.1)	41 (20.5)	4 (36.4)	14 (13.0)	59 (32.8)	580 (23.9)
작업환경 요인	223 (22.2)	316 (34.3)	31 (15.5)	3 (27.3)	25 (23.1)	30 (16.7)	628 (25.9)
평가 건수	1,005 (100.0)	922 (100.0)	200 (100.0)	11 (100.0)	108 (100.0)	180 (100.0)	2,426 (100.0)

2) 세부 항목별 발생가능성 분석

위험성평가 요인은 앞에서 확인한 바와 같이 6개 요인으로 구분되며 위험성평가 결과에서 총 항목 수는 68개이다. 위험성평가 결과에서 확인된 62개 항목과 사망 또는 사고 순위가 있는 6개 항목을 포함하여 <표 10>와 같이 나열하였다. 사망 순위와 업무상 사고 순위는 2020년에서 2022년 산업재해 현황을 평균하여 각 요인별 재해자 수로 순위를 나열하였다.

산업재해 현황에서 확인된 주요 위험요인은 떨어짐, 끼임, 부딪힘, 물체에 맞음, 넘어짐 등으로 실제 위험성평가에서 높은 빈도로 평가된 요인들과는 일부 차이가 있었다. 위험성평가 결과의 유해위험요인 항목별 평가 비율을 확인하고 이를 토대로 위험성평가에서 도출된 주요 유해위험요인 항목과 산업재해를 일으킬 수 있는 주요 요인을 각 순위로 나열하여 실제 위험성평가 결과에서 이를 얼마나 반영하고 있는지를 확인하였다.

위험성평가 결과에서 전기적 요인 중 감전은 총 197건(8.1%)으로 가장 높은 평가 건수이고 사망 순위는 11위이다. 전기적 요인의 경우 거의 모든 작업 환경에서 존재하는 보편적인 위험이기 때문에 발생 빈도가 높고 특히 해당 요인의 경우 예방 조치가 비교적 명확하기 때문에 많은 평가가 이루어진 것으로 보여진다. 작업환경 요인에서는 기타(작업환경)이 164건(6.8%)으로 높은 평가 건수였으나 일반 환경관리와 작업장 정리정돈 관련 내용으로 사망 순위와 사고 순위에 포함되는 내용은 없었다. 안전통로 132건(5.4%) 전 업종에서 모든 작업자가 노출되는 환경이기 때문에 평가 빈도가 높을 것으로 판단된다. 기계적 요인은 물체에 맞음 150건(6.2%), 부딪힘 138건(5.7%), 떨어짐 129건(5.3%)에서 높은 평가 건수와 사망 1위, 사고 2위로 가장 치명적인 요인으로 분석되었다. 작업특성 요인 중 작업자 실수는 142건(5.9%)으로 유해위험요인 자체로 분류하기는 어렵지만 다른 요인들과 상호작용하여 사고 발생의 가능성을 높일 수 있기 때문에 높은 빈도로 평가 된 것으로 추정된다. 중량물 취급 97건(4.0%)과 불균형 무리한 작업자세 74건(3.1%)도 높은 평가 건수를 기록하였다. 불균형 무리한 작업자세는 사망순위 20위, 사고순위 8위로 이는 작업자세의 중요성을 강조하는 결과로 해석할 수 있다. 화학적 요인

중에는 반응성물질 22건(0.9%), 그리고 생물학적 요인 중에서는 바이러스가 16건(0.7%)으로 가장 높았다.

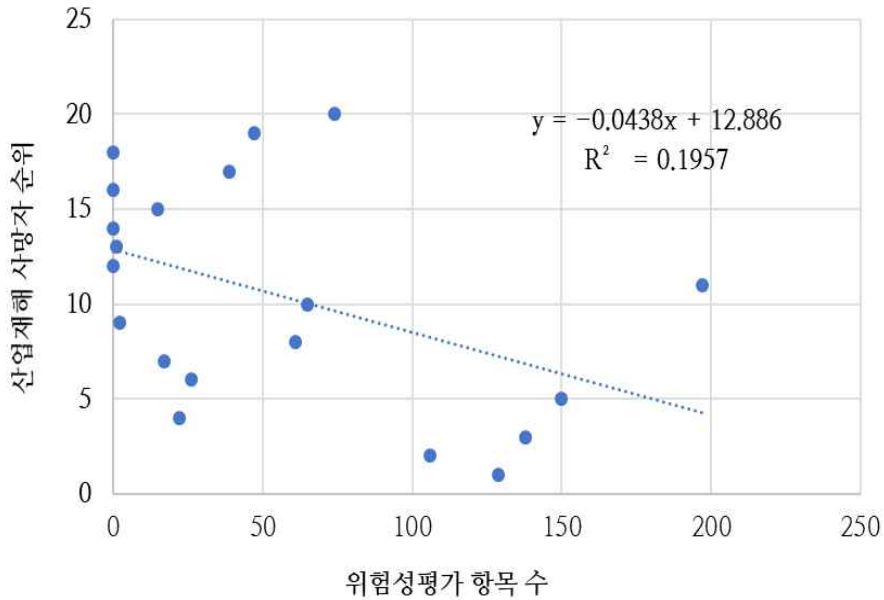
〈표 10〉 유해위험요인 세부 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인		평가 건수(%)	사망순위	사고순위
	요인	세부 항목			
1	전기적	감전	197 (8.1)	11	16
2	작업환경	기타(작업환경)	164 (6.8)		
3	기계적	물체에 맞음	150 (6.2)	5	6
4	작업특성	작업자 실수	142 (5.9)		
5	기계적	부딪힘	138 (5.7)	3	5
6	작업환경	안전통로	132 (5.4)		
7	기계적	떨어짐	129 (5.3)	1	2
8	작업환경	작업도구	115 (4.7)		
9	기계적	끼임	106 (4.4)	2	3
10	작업특성	중량물취급	97 (4.0)		
11	작업특성	불균형 무리한 작업자세	74 (3.1)	20	8
12	작업특성	단순반복	67 (2.8)		
13	기계적	넘어짐	65 (2.7)	10	1
14	전기적	화재	61 (2.5)	8	18
15	작업특성	기타(작업특성)	58 (2.4)		
16	기계적	미끄러짐	51 (2.1)		
17	작업환경	이상온도	47 (1.9)	19	9
18	작업환경	화상	46 (1.9)		
19	기계적	절단·베임·긁힘	39 (1.6)	17	4
20	작업환경	조명	39 (1.6)		
21	작업특성	소음	35 (1.4)		
22	작업환경	보호구	35 (1.4)		

No	유해위험요인		평가 건수(%)	사망순위	사고순위
	요인	세부 항목			
23	기계적	기타(기계적)	29 (1.2)	6	10
24	기계적	칼림,뒤집힘	26 (1.1)		
25	작업특성	진동	24 (1.0)		
26	작업특성	직무스트레스	23 (0.9)		
27	작업환경	작업공간	22 (0.9)		
28	화학적	반응성물질	22 (0.9)		
29	작업특성	장외교통	22 (0.9)	4	7
30	기계적	충격	21 (0.9)		
31	작업환경	작업시간	19 (0.8)		
32	화학적	분진	17 (0.7)		
33	기계적	무너짐	17 (0.7)		12
34	기계적	감김,말림	17 (0.7)		
35	화학적	분진폭발	17 (0.7)		
36	기계적	날아옴	16 (0.7)		
37	화학적	미스트	16 (0.7)		
38	생물학적	바이러스	16 (0.7)	15	22
39	작업특성	질식·산소결핍	15 (0.6)		
40	전기적	전기설비결함	13 (0.5)		
41	화학적	에어로졸	12 (0.5)		
42	작업환경	주변 근무자	11 (0.5)		
43	화학적	가스	11 (0.5)		
44	작업환경	표지판	7 (0.3)		
45	화학적	방사선	6 (0.2)		
46	화학적	피부흡수	5 (0.2)		
47	작업환경	공기오염	5 (0.2)		
48	작업환경	야간작업	5 (0.2)		
49	화학적	흡입	3 (0.1)		

No	유해위험요인		평가 건수(%)	사망순위	사고순위
	요인	세부 항목			
50	생물학적	기타(생물학적)	3 (0.1)		
51	전기적	정전기	2 (0.1)		
52	기계적	전복	2 (0.1)		
53	기계적	마찰	2 (0.1)		
54	기계적	걸림	2 (0.1)		
55	화학적	증기	2 (0.1)		
56	전기적	폭발	2 (0.1)	9	17
57	작업환경	미자격자	2 (0.1)		
58	화학적	화학물질 누출	1 (0.0)	13	15
59	전기적	누전	1 (0.0)		
60	기계적	분리	1 (0.0)		
61	전기적	아크스파크	1 (0.0)		
62	기계적	헛디딤	1 (0.0)		
63	-	빠짐,익사	0 (0.0)	12	21
64	-	동물상해	0 (0.0)	14	13
65	-	장내교통	0 (0.0)	16	19
66	-	분류불능	0 (0.0)	18	20
67	-	체육행사	0 (0.0)		11
68	-	폭력	0 (0.0)		14
계			2,426 (100.0)		

유해위험요인 평가 건수와 사망 순위 간의 관계 분석을 실시한 결과는 [그림 3]과 같다. 관계 분석 시 평가 건수와 사망 순위 두 값이 모두 존재하는 값을 분석해야 하나, 일부 값은 사망 순위가 확인되지 않아서 사망 순위가 있는 값만을 확인하였다. R^2 값은 0.1957으로 유해위험요인 평가 건수와 사망 순위 간의 관계에서 두 변수 간의 상관관계가 약하다는 것을 확인할 수 있다.



[그림 3] 위험성평가 항목 수와 산업재해 사망자 순위 간의 관계

3) 업종별 유해위험요인 빈도 분석

가) 제조업

제조업 사망과 업무상 사고의 주요 요인은 <표 11>와 같이 끼임 사고이다. 이는 전체 사망의 30.0%, 전체 업무상 사고의 31.4%를 차지한다. 제조업에서 특히 끼임 사고의 발생 빈도가 매우 높고, 산업재해 피해가 심각함을 알 수 있다. 작업환경의 특성 상 설비 및 기계와 함께 작업자가 작업을 수행하는 과정에서 끼임 사고가 발생할 수 있다. 주요 끼임 사고 유형은 기계를 정지시키지 않은 상태에서 정비 또는 수리 작업 중 신체가 끼이거나, 기계 가동 중 손이나 신체일부가 끼이는 사고, 지게차 등 운반 장비와 물체 사이에 신체가 끼이는 사고 등 다양한 이유로 끼임 사고가 발생할 수 있다.

〈표 11〉 제조업 주요 요인별 연평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)

No	사망		No	업무상 사고	
	주요 요인	평균 건수 (%)		주요 요인	평균 건수 (%)
1	끼임	56.3 (30.0)	1	끼임	7457.3 (31.4)
2	떨어짐	44.0 (23.4)	2	넘어짐	3270.3 (13.8)
3	물체에 맞음	20.7 (11.0)	3	절단·베임·긁힘	2651.3 (11.2)
4	깔림, 뒤집힘	15.3 (8.2)	4	떨어짐	2260.0 (9.5)
5	폭발	13.3 (7.1)	5	물체에 맞음	2247.0 (9.5)
6	부딪힘	11.3 (6.0)	6	부딪힘	2224.0 (9.4)
7	화재	6.0 (3.2)	7	불균형 무리한 작업자세	1121.0 (4.7)
8	무너짐	5.0 (2.7)	8	이상온도	682.7 (2.9)
9	화학물질 누출	4.0 (2.1)	9	깔림, 뒤집힘	666.0 (2.8)
10	그 외	11.7 (6.2)	10	그 외	1139.0 (4.8)
계		187.7 (100.0)	계		23718.7 (100.0)

위험성평가 결과에서도 끼임 사고는 전체의 6.8%로 평가되었다. 그러나 실제로 위험성평가에서 가장 많이 평가된 항목은 〈표 12〉에 따르면 감전으로, 99건(9.9%)이었다. 감전 요인은 산업재해 발생 주요 요인에서는 상대적으로 낮은 순위를 기록하였다. 떨어짐 사고는 사망재해 주요 요인에서 23.4%로 두 번째로 높은 순위를 차지하였으나, 위험성평가에서는 상대적으로 낮은 순위였다. 넘어짐 사고도 13.8%를 차지하여 두 번째로 높은 주요 업무상 사고 요인이었지만, 위험성평가 결과에서는 평가 건수가 상대적으로 낮았다. 이는 넘어짐 요인이 위험성평가 과정에서 충분히 고려되지 않고 있는 것으로 추정된다.

〈표 12〉 제조업 유해위험요인별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
1	감전	99 (9.9)	(9.9)	11	15
2	물체에 맞음	86 (8.6)	(18.4)	3	5
3	작업자 실수	76 (7.6)	(26.0)		
4	끼임	68 (6.8)	(32.7)	1	1
5	작업도구	62 (6.2)	(38.9)		
6	떨어짐	61 (6.1)	(45.0)	2	4
7	부딪힘	54 (5.4)	(50.3)	6	6
8	중량물취급	54 (5.4)	(55.7)		
9	기타(작업환경)	50 (5.0)	(60.7)		
10	안전통로	48 (4.8)	(65.5)		
11	소음	34 (3.4)	(68.9)		
12	화재	29 (2.9)	(71.7)	7	14
13	기타(작업특성)	26 (2.6)	(74.3)		
14	진동	24 (2.4)	(76.7)		
15	불균형 무리한 작업자세	22 (2.2)	(78.9)		7
16	화상	19 (1.9)	(80.8)		
17	절단·베임·긁힘	18 (1.8)	(82.6)	14	3
18	단순반복	16 (1.6)	(84.2)		
19	넘어짐	16 (1.6)	(85.8)	10	2
20	비래(날아옴)	15 (1.5)	(87.3)		
21	보호구	12 (1.2)	(88.5)		
22	기타(기계적)	12 (1.2)	(89.7)		
23	분진	11 (1.1)	(90.7)		
24	깔림,뒤집힘	10 (1.0)	(91.7)	4	9

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
25	전기설비결함	10 (1.0)	(92.7)	13	8
26	미스트	10 (1.0)	(93.7)		
27	작업공간	9 (0.9)	(94.6)		
28	이상온도(기후)	9 (0.9)	(95.5)		
29	조명	8 (0.8)	(96.3)		
30	에어로졸	8 (0.8)	(97.1)		
31	주변근무자	6 (0.6)	(97.7)		
32	가스	6 (0.6)	(98.3)		
33	표지판	4 (0.4)	(98.7)		
34	충격	4 (0.4)	(99.1)		
35	미끄러짐	4 (0.4)	(99.5)		
36	흡입	1 (0.1)	(99.6)		
37	화학물질 누출	1 (0.1)	(99.7)	9	13
38	전복	1 (0.1)	(99.8)		
39	작업시간	1 (0.1)	(99.9)		
40	야간작업	1 (0.1)	(100.0)		
41	폭발	0 (0.0)	(100.0)	5	11
42	질식·산소결핍	0 (0.0)	(100.0)	15	22
43	무너짐	0 (0.0)	(100.0)	8	16
44	빠짐, 익사	0 (0.0)	(100.0)	12	23
45	체육행사	0 (0.0)	(100.0)		12
46	폭력행위	0 (0.0)	(100.0)		18
47	동물	0 (0.0)	(100.0)		19
계		1,005 (100.0)	(100.0)	—	—

나) 기타의 사업

기타의 사업에서 발생하는 사망 사고의 주요 요인은 <표 13>와 같이 떨어짐(33.6%)이 가장 높은 비율을 차지하고 있다. 그 다음으로는 부딪힘(14.6%)과 넘어짐(11.5%)순이다. 이 요인들이 전체 사망자 수의 70%를 차지하므로 반드시 관리가 필요한 요인임에도 불구하고 평가 건수가 상대적으로 낮은 것으로 나타났다. 특히 부딪힘 요인의 경우 기계나 물체와의 충돌로 발생하는 사고로 작업 현장에서의 주의력과 기계사용 안전성에 대한 인식이 필요하다.

<표 13> 기타의 사업 주요 요인별 연평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)

No	사망		No	업무상 사고	
	주요 요인	평균 건수 (%)		주요 요인	평균 건수 (%)
1	떨어짐	40.0 (33.6)	1	넘어짐	13281.3 (33.8)
2	부딪힘	17.3 (14.6)	2	절단·베임·긁힘	4593.0 (11.7)
3	넘어짐	13.7 (11.5)	3	떨어짐	3201.0 (8.1)
4	끼임	12.3 (10.4)	4	불균형 무리한 작업자세	3100.3 (7.9)
5	화재	6.0 (5.0)	5	이상온도	3043.0 (7.7)
6	깔림, 뒤집힘	5.3 (4.5)	6	부딪힘	2944.7 (7.5)
7	폭발	4.3 (3.6)	7	끼임	2886.0 (7.3)
8	빠짐·익사	4.0 (3.4)	8	장외교통	1876.7 (4.8)
9	동물상해	3.7 (3.1)	9	물체에 맞음	1867.3 (4.8)
10	그 외	12.4 (10.3)	10	그 외	2516.7 (6.4)
계		119.0 (100.0)	계		39310.0 (100.0)

업무상 사고 주요 요인은 넘어짐(33.8%), 절단·베임·긋힘(11.7%) 순이었으나 <표 14>의 위험성평가 결과에서는 절단·베임·긋힘이 상대적으로 매우 낮게 평가되었다. 이는 사고 발생 빈도는 높지만 해당 사고들이 주로 경미한 부상으로 이어질 확률이 높기 때문일 수 있다. 이렇게 치명적인 부상을 유발하는 경우가 적을 수 있으며, 즉, 결과의 심각성은 위험성평가를 실시할 때 평가 건수에 영향을 줄 수 있음을 의미한다.

<표 14> 기타의 사업 유해위험요인 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인	평가 건수(%)		누적 비율(%)	사망순위	사고순위
1	기타(작업환경)	95	(10.3)	(10.3)		
2	안전통로	73	(7.9)	(18.2)		
3	작업도구	44	(4.8)	(23.0)		
4	넘어짐	40	(4.3)	(27.3)	3	1
5	불균형 무리한 작업자세	39	(4.2)	(31.6)	18	4
6	감전	37	(4.0)	(35.6)	13	15
7	물체에 맞음	37	(4.0)	(39.6)	10	9
8	미끄러짐	36	(3.9)	(43.5)		
9	떨어짐	33	(3.6)	(47.1)	1	3
10	중량물취급	33	(3.6)	(50.7)		
11	단순반복	33	(3.6)	(54.2)		
12	끼임	29	(3.1)	(57.4)	4	7
13	기타(작업특성)	25	(2.7)	(60.1)		
14	화상	25	(2.7)	(62.8)		
15	화재	24	(2.6)	(65.4)	5	17
16	이상온도	22	(2.4)	(67.8)	17	5

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
17	반응성물질	22 (2.4)	(70.2)	2	8
18	장외교통	22 (2.4)	(72.6)		
19	작업자 실수	21 (2.3)	(74.8)		
20	조명	21 (2.3)	(77.1)		
21	부딪힘	17 (1.8)	(79.0)		6
22	직무스트레스	17 (1.8)	(80.8)		
23	분진폭발	17 (1.8)	(82.6)		
24	작업시간	16 (1.7)	(84.4)		
25	충격	15 (1.6)	(86.0)	16	2
26	절단·베임·긁힘	14 (1.5)	(87.5)		
27	감김,말림	12 (1.3)	(88.8)		
28	질식·산소결핍	12 (1.3)	(90.1)		11
29	작업공간	10 (1.1)	(91.2)		
30	무너짐	10 (1.1)	(92.3)		
31	보호구	9 (1.0)	(93.3)	14	
32	기타(기계적)	7 (0.8)	(94.0)		
33	미스트	6 (0.7)	(94.7)		
34	바이러스	6 (0.7)	(95.3)		6
35	방사선	6 (0.7)	(96.0)		
36	가스	5 (0.5)	(96.5)		
37	칼림,뒤집힘	4 (0.4)	(97.0)		
38	에어로졸	4 (0.4)	(97.4)		
39	피부 흡수	3 (0.3)	(97.7)		
40	분진	2 (0.2)	(97.9)		
41	주변근무자	2 (0.2)	(98.2)		

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
42	흡입	2 (0.2)	(98.4)		
43	기타(생물학적)	2 (0.2)	(98.6)		
44	마찰	2 (0.2)	(98.8)		
45	걸림	2 (0.2)	(99.0)		
46	증기	2 (0.2)	(99.2)		
47	표지판	1 (0.1)	(99.3)		
48	날아옴	1 (0.1)	(99.5)		
49	전복	1 (0.1)	(99.6)		
50	헛디딤	1 (0.1)	(99.7)		
51	누전	1 (0.1)	(99.8)		
52	아크스파크	1 (0.1)	(99.9)		
53	정전기	1 (0.1)	(100.0)		
54	폭발	0 (0.0)	(100.0)	7	18
55	화학물질 누출	0 (0.0)	(100.0)	12	14
56	빠짐, 익사	0 (0.0)	(100.0)	8	21
57	동물	0 (0.0)	(100.0)	9	12
58	분류불능	0 (0.0)	(100.0)	15	22
59	체육행사	0 (0.0)	(100.0)	19	10
60	기타	0 (0.0)	(100.0)	21	19
61	장내교통	0 (0.0)	(100.0)		20
62	폭력행위	0 (0.0)	(100.0)		13
계		922 (100.0)	(100.0)	-	-

다) 건설업

건설업에서 발생하는 업무상 사망사고는 <표 15>와 같이 떨어짐, 부딪힘, 물체에 맞음, 깔림, 뒤집힘, 무너짐, 화재 등 다양한 원인에 의해 발생한다.

일반적으로 업무상 사고는 떨어짐, 넘어짐, 물체에 맞음, 절단·베임·긁힘, 부딪힘, 끼임, 등의 순으로 나타난다. 위험성평가에서 가장 많이 평가된 유해위험요인은 <표 16>에서 보는 바와 같이 감전(14.5%), 떨어짐(13.0%) 순이다. 이는 건설업에서도 전기 관련 작업이 빈번하여 감전 사고의 잠재적 위험성에 대하여 높은 경각심을 가지고 있음을 의미한다.

<표 15> 건설업 주요 요인별 평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)

No	사망		No	업무상 사고	
	주요 요인	평균 건수 (%)		주요 요인	평균 건수 (%)
1	떨어짐	233.0 (54.8)	1	떨어짐	8048.7 (30.6)
2	부딪힘	41.0 (9.6)	2	넘어짐	4638.0 (17.6)
3	물체에 맞음	31.3 (7.4)	3	물체에 맞음	3271.0 (12.4)
4	깔림, 뒤집힘	27.0 (6.3)	4	절단·베임·긁힘	2926.7 (11.1)
5	무너짐	26.3 (6.2)	5	부딪힘	2371.0 (9.0)
6	끼임	16.3 (3.8)	6	끼임	2309.7 (8.8)
7	화재	13.3 (3.1)	7	불균형 무리한 작업자세	907.7 (3.4)
8	감전	10.3 (2.4)	8	깔림, 뒤집힘	824.3 (3.1)
9	폭발	8.3 (2.0)	9	무너짐	319.3 (1.2)
10	그 외	18.3 (4.3)	10	그 외	696.0 (2.6)
계		425.3 (100.0)	계		26312.3 (100.0)

〈표 16〉 건설업 유해위험요인 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인	평가 건수(%)		누적 비율(%)	사망순위	사고순위
1	감전	29	(14.5)	(14.5)	8	11
2	떨어짐	26	(13.0)	(27.5)	1	1
3	작업자 실수	18	(9.0)	(36.5)		
4	물체에 맞음	15	(7.5)	(44.0)	3	3
5	부딪힘	13	(6.5)	(50.5)	2	5
6	기타(작업환경)	12	(6.0)	(56.5)		
7	깔림,뒤집힘	12	(6.0)	(62.5)	4	8
8	불균형 무리한 작업자세	9	(4.5)	(67.0)	18	7
9	끼임	6	(3.0)	(70.0)	6	6
10	무너짐	6	(3.0)	(73.0)	5	9
11	화재	6	(3.0)	(76.0)	7	4
12	안전통로	5	(2.5)	(78.5)		14
13	단순반복	4	(2.0)	(80.5)		
14	보호구	4	(2.0)	(82.5)		
15	분진	4	(2.0)	(84.5)		
16	중량물취급	4	(2.0)	(86.5)		
17	기타(작업특성)	3	(1.5)	(88.0)		
18	절단·베임·긁힘	3	(1.5)	(89.5)	15	
19	기타(기계적)	3	(1.5)	(91.0)		
20	작업공간	3	(1.5)	(92.5)		
21	넘어짐	2	(1.0)	(93.5)	11	2
22	이상온도	2	(1.0)	(94.5)	17	10
23	조명	2	(1.0)	(95.5)		
24	표지판	2	(1.0)	(96.5)		
25	감김,말림	1	(0.5)	(97.0)		
26	작업도구	1	(0.5)	(97.5)		

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
27	화상	1 (0.5)	(98.0)		
28	충격	1 (0.5)	(98.5)		
29	작업시간	1 (0.5)	(99.0)		
30	질식·산소결핍	1 (0.5)	(99.5)	13	22
31	정전기	1 (0.5)	(100.0)		
32	폭발	0 (0.0)	(100.0)	9	15
33	화학물질 누출	0 (0.0)	(100.0)	12	13
34	빠짐, 익사	0 (0.0)	(100.0)	10	20
35	동물	0 (0.0)	(100.0)	14	18
36	분류불능	0 (0.0)	(100.0)	16	17
37	체육행사	0 (0.0)	(100.0)	19	19
38	폭력행위	0 (0.0)	(100.0)	20	16
39	장내교통	0 (0.0)	(100.0)		23
40	장외교통	0 (0.0)	(100.0)		12
계		200 (100.0)	(100.0)	—	—

라) 광업

광업에서 발생하는 산업재해 사망요인으로서는 <표 17>와 같이 무너짐과 끼임 요인(24.1%) 동일하였고 이는 업종 특성상 지반이 불안정한 경우가 많아 붕괴 사고의 위험이 높다. 업무상 사고 요인으로서는 물체에 맞음(19.4%), 떨어짐(18.4%)으로 확인되었다. 반면 위험성평가 결과에서는 <표 18>과 같이 작업자 실수(36.4%)로 평가한 건수가 가장 많았는데 작업 특성상 반복적이고 육체적으로 힘든 작업이 많아 작업자의 피로가 누적되기 쉽고 작업 현장이 넓고 복잡하여 모든 위험 요소를 인지하고 대비하기 어렵기 때문에 작업자의 실수가 발생할 가능성이 높다고 평가하였을 것으로 추정하였다.

〈표 17〉 광업 주요 요인별 평균 산업재해 발생 건수(2020~2022)

No	사망		No	업무상 사고	
	주요 요인	평균 건수 (%)		주요 요인	평균 건 (%)
1	무너짐	2.3 (24.1)	1	물체에 맞음	27.3 (19.4)
2	끼임	2.3 (24.1)	2	떨어짐	26.0 (18.4)
3	떨어짐	2.0 (20.7)	3	끼임	25.7 (18.2)
4	물체에 맞음	1.0 (10.3)	4	넘어짐	14.7 (10.4)
5	갈림,뒤집힘	1.0 (10.3)	5	부딪힘	13.7 (9.7)
6	부딪힘	0.3 (3.4)	6	갈림,뒤집힘	7.0 (5.0)
7	빠짐·익사	0.3 (3.4)	7	무너짐	5.0 (3.5)
8	화학물질 누출	0.3 (3.4)	8	이상온도	3.3 (2.4)
9	그 외	- -	9	그 외	15.0 (10.6)
계		9.7 (100.0)	계		141.0 (100.0)

〈표 18〉 광업 유해위험요인 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인	평가건수(%)	누적비율(%)	사망순위	사고순위
1	작업자 실수	4 (36.4)	(36.4)		
2	보호구	3 (27.3)	(63.6)		
3	부딪힘	1 (9.1)	(72.7)	6	5
4	끼임	1 (9.1)	(81.8)	2	3
5	무너짐	1 (9.1)	(90.9)	1	7
6	기타(생물학적)	1 (9.1)	(100.0)		
7	감전	0 (0.0)	(100.0)	11	16
8	물체에 맞음	0 (0.0)	(100.0)	4	1

No	유해위험요인	평가건수(%)	누적비율(%)	사망순위	사고순위
9	떨어짐	0 (0.0)	(100.0)	3	2
10	불균형 무리한 작업자세	0 (0.0)	(100.0)	15	9
11	넘어짐	0 (0.0)	(100.0)	9	4
12	화재	0 (0.0)	(100.0)	13	14
13	이상온도	0 (0.0)	(100.0)	14	8
14	절단·베임·긁힘	0 (0.0)	(100.0)	10	12
15	깔림,뒤집힘	0 (0.0)	(100.0)	5	6
16	질식·산소결핍	0 (0.0)	(100.0)	16	21
17	폭발	0 (0.0)	(100.0)	12	17
18	화학물질 누출	0 (0.0)	(100.0)	8	13
19	동물	0 (0.0)	(100.0)	19	23
20	분류불능	0 (0.0)	(100.0)	21	11
21	빠짐·익사	0 (0.0)	(100.0)	7	19
22	장내교통	0 (0.0)	(100.0)		22
23	장외교통	0 (0.0)	(100.0)		10
24	체육행사	0 (0.0)	(100.0)	17	18
25	폭력행위	0 (0.0)	(100.0)	18	15
계		11 (100.0)	(100.0)	—	—

마) 운수창고통신업

운수창고통신업에서의 <표 19>와 같이 사망 주요 요인은 떨어짐(31.0%), 부딪힘(26.4%), 끼임(13.8%) 순이다. 업종 특성 상 고소작업 빈도가 높고, 복잡한 작업 환경과 물류를 이동하는 과정에서의 충돌로 인한 사고가 빈번하기 때문이다. 업무상 사고의 경우 장외교통(47.6%), 넘어짐(17.6%), 떨어짐(8.

2%) 순이었다. 장거리 운전과 야간 운전 등으로 다른 업종과 비교하여 교통 사고 발생률도 높다.

〈표 19〉 운수창고통신업 주요 요인별 연평균 산업재해 발생 건수 (2020~2022)

No	사망		No	업무상 사고	
	주요 요인	평균 건수 (%)		주요 요인	평균 건수 (%)
1	떨어짐	9.0 (31.0)	1	장외교통	4323.3 (47.6)
2	부딪힘	7.7 (26.4)	2	넘어짐	1599.7 (17.6)
3	끼임	4.0 (13.8)	3	떨어짐	740.3 (8.2)
4	물체에 맞음	1.7 (5.7)	4	부딪힘	604.0 (6.7)
5	깔림,뒤집힘	1.7 (5.7)	5	불균형 무리한 작업자세	534.7 (5.9)
6	화재	1.3 (4.6)	6	끼임	487.0 (5.4)
7	넘어짐	1.0 (3.4)	7	물체에 맞음	302.3 (3.3)
8	무너짐	0.7 (2.3)	8	깔림,뒤집힘	188.7 (2.1)
9	빠짐,익사	0.7 (2.3)	9	절단·베임·긁힘	110.7 (1.2)
10	그 외	1.3 (4.6)	10	그 외	190.3 (2.1)
계		29.0 (100.0)	계		9081.0 (100.0)

〈표 20〉의 위험성평가 결과, 주요 요인은 부딪힘(33.3%)과 작업자 실수(7.4%)였다. 운수창고통신업의 경우 반복적이고 단조로운 작업이 많다. 작업자의 실수는 업종 특성상 특히 일용직으로 고용되는 작업자들이 많을 것으로 예상되며 경험 부족으로 인한 실수가 빈번하게 발생될 것으로 추정된다. 다만 작업자의 실수라도 불안정한 행동 때문인 것인지, 진짜 실수인 것인지 다른 이유가 있는 것인지에 대하여 현재의 평가 결과로는 알 수 없었다.

〈표 20〉 운수창고통신업 유해위험요인 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
1	부딪힘	36 (33.3)	(33.3)	2	4
2	작업자 실수	8 (7.4)	(40.7)		
3	미끄러짐	8 (7.4)	(48.1)		
4	물체에 맞음	7 (6.5)	(54.6)	4	7
5	작업도구	7 (6.5)	(61.1)		
6	안전통로	6 (5.6)	(66.7)		
7	기타(기계적)	4 (3.7)	(70.4)		
8	떨어짐	3 (2.8)	(73.1)	1	3
9	주변근무자	3 (2.8)	(75.9)		
10	기타(작업환경)	2 (1.9)	(77.8)		
11	끼임	2 (1.9)	(79.6)	3	6
12	불균형 무리한 작업자세	2 (1.9)	(81.5)	11	5
13	단순반복	2 (1.9)	(83.3)		
14	넘어짐	2 (1.9)	(85.2)	7	2
15	조명	2 (1.9)	(87.0)		
16	감김,말림	2 (1.9)	(88.9)		
17	바이러스	2 (1.9)	(90.7)		
18	피부 흡수	2 (1.9)	(92.6)		
19	미자격자	2 (1.9)	(94.4)		
20	감전	1 (0.9)	(95.4)	15	14
21	중량물취급	1 (0.9)	(96.3)		
22	기타(작업특성)	1 (0.9)	(97.2)		
23	화재	1 (0.9)	(98.1)	6	20
24	이상온도	1 (0.9)	(99.1)	16	11
25	분리	1 (0.9)	(100.0)		
26	절단·베임·긁힘	0 (0.0)	(100.0)	14	9

No	유해위험요인	평가 건수(%)	누적 비율(%)	사망순위	사고순위
27	깔림,뒤집힘	0 (0.0)	(100.0)	5	8
28	질식·산소결핍	0 (0.0)	(100.0)	13	22
29	무너짐	0 (0.0)	(100.0)	8	13
30	폭발	0 (0.0)	(100.0)	10	17
31	화학물질 누출	0 (0.0)	(100.0)	12	16
32	기타	0 (0.0)	(100.0)	20	23
33	동물	0 (0.0)	(100.0)	19	15
34	분류불능	0 (0.0)	(100.0)	21	19
35	빠짐,익사	0 (0.0)	(100.0)	9	21
36	장내교통	0 (0.0)	(100.0)		18
37	장외교통	0 (0.0)	(100.0)		1
38	체육행사	0 (0.0)	(100.0)	17	12
39	폭력행위	0 (0.0)	(100.0)	18	10
계		108 (100.0)	(100.0)	—	—

바) 전기가스수도업

전기가스수도업은 <표 21>과 같이 주요 사망 요인은 감전(75%)이다. 업종 특성 상 고전압 전기 설비 작업으로 인하여 감전 사고의 위험이 상존하기 때문이다. 업무상 사고 발생 비율은 넘어짐(20.1%), 끼임(11.6%) 순으로 특정 요인에 편중되기 보다는 다양한 요인들이 분포되어 있다.

위험성평가 결과 <표 22>에서도 감전(17.2%) 요인이 가장 높게 평가 되었다. 전기가스수도업의 감전 사고는 다른 사고에 비해 치명적일 가능성이 매우 높기 때문에 위험성평가에서 감전 위험을 높게 평가한 것으로 판단된다.

〈표 21〉 전기가스수도업 주요 요인별 연평균 산업재해 발생 건수 (2020~2022)

No	사망		No	업무상 사고	
	주요 요인	평균 건수 (%)		주요 요인	평균 건수 (%)
1	감전	1.0 (75.0)	1	넘어짐	19.7 (20.1)
2	동물상해	0.3 (25.0)	2	끼임	11.3 (11.6)
3	-	- -	3	떨어짐	9.7 (9.9)
4	-	- -	4	불균형 무리한 작업자세	9.7 (9.9)
5	-	- -	5	체육행사	9.0 (9.2)
6	-	- -	6	부딪힘	7.3 (7.5)
7	-	- -	7	물체에 맞음	5.3 (5.4)
8	-	- -	8	장외교통	5.0 (5.1)
9	-	- -	9	이상온도	4.7 (4.8)
10	-	- -	10	그 외	16.3 (16.7)
계		1.3 (100.0)	계		98.0 (100.0)

〈표 22〉 전기가스수도업 유해위험요인 항목별 평가 건수 및 산업재해 발생 순위

No	유해위험요인	평가건수 (%)	누적비율 (%)	사망순위	사고순위
1	감전	31 (17.2)	(17.2)	1	11
2	부딪힘	17 (9.4)	(26.7)	5	6
3	작업자 실수	15 (8.3)	(35.0)		
4	이상온도	13 (7.2)	(42.2)	13	9
5	단순반복	12 (6.7)	(48.9)		
6	바이러스	8 (4.4)	(53.3)		
7	보호구	7 (3.9)	(57.2)		
8	떨어짐	6 (3.3)	(60.6)	3	3

No	유해위험요인	평가건수 (%)	누적비율 (%)	사망순위	사고순위
9	조명	6 (3.3)	(63.9)		
10	직무스트레스	6 (3.3)	(67.2)		
11	기타(작업환경)	5 (2.8)	(70.0)		
12	물체에 맞음	5 (2.8)	(72.8)	6	7
13	중량물취급	5 (2.8)	(75.6)		
14	넘어짐	5 (2.8)	(78.3)	4	1
15	공기오염	5 (2.8)	(81.1)		
16	야간작업시간	4 (2.2)	(83.3)		
17	절단,베임,긁힘	4 (2.2)	(85.6)	9	10
18	기타전기결함	4 (2.2)	(87.8)		
19	기타(작업특성)	3 (1.7)	(89.5)		
20	미끄러짐	3 (1.7)	(91.2)		
21	기타(기계적)	3 (1.7)	(92.9)		
22	감김,말림	2 (1.1)	(94.0)		
23	불균형 무리한 작업자세	2 (1.1)	(95.6)	15	4
25	질식·산소결핍	2 (1.1)	(96.7)	17	22
26	폭발	2 (1.1)	(97.2)	10	17
27	화재	1 (0.6)	(97.8)	11	13
28	화상	1 (0.6)	(98.3)		
29	소음	1 (0.6)	(98.9)		
30	작업시간	1 (0.6)	(99.4)		
31	작업도구	1 (0.6)	(99.4)		
32	충격	1 (0.6)	(99.4)		
33	끼임	0 (0.0)	(100.0)	8	2
34	깔림,뒤집힘	0 (0.0)	(100.0)	12	12
35	무너짐	0 (0.0)	(100.0)	7	16
36	화학물질 누출	0 (0.0)	(100.0)	16	14

No	유해위험요인	평가건수 (%)	누적비율 (%)	사망순위	사고순위
37	동물	0 (0.0)	(100.0)	2	15
38	분류불능	0 (0.0)	(100.0)	21	20
39	빠짐, 익사	0 (0.0)	(100.0)	14	21
40	장내교통	0 (0.0)	(100.0)		23
41	장외교통	0 (0.0)	(100.0)		8
42	체육행사	0 (0.0)	(100.0)	18	5
43	폭력행위	0 (0.0)	(100.0)	19	18
계		180 (100.0)	(100.0)	-	-

4) 보건·안전 요인별 빈도 분석

유해위험요인을 안전 요인과 보건 요인으로 구분하여 빈도 분석을 실시하였다. 안전 요인은 작업장에서 발생할 수 있는 사고나 부상을 초래할 수 있는 요인, 그리고 보건 요인은 작업환경에서 신체적, 정신적 등 건강에 영향을 미칠 수 있는 요인으로 분류하였다.

각 요인별 빈도를 분석한 결과 <표 23>에 따르면 안전 요인 평가 항목 수는 1,631건(67.2%)이고 보건 요인 평가 항목 수는 409건(16.9%)으로 안전 요인에 대한 평가 빈도가 보건 요인에 비해 높은 것으로 나타난다. 안전 요인은 즉각적이고 직접적인 영향을 평가하지만, 보건 요인은 장기적이고 만성적인 영향을 평가해야 하므로 평가 과정에서 보건 요인이 더 복잡하고 어려울 수 있다. 이로 인해 보건 요인의 평가 빈도가 낮아질 수 있다.

기타(기계적)요인은 명확하게 안전 요인이었으며 기타(생물학적)요인은 보건 요인으로 확인되었다. 그 밖에 기타(작업환경), 작업자 실수, 기타(작업특성)과 같이 안전과 보건의 명확하게 분류하기 어렵거나 안전과 보건의 혼재되어 있는 요인들은 분류 불능 386건(15.9%)으로 표기하였다.

〈표 23〉 보건 · 안전 요인별 평가 항목 수(%)

구분	안전 요인	보건 요인	분류 불능	계
기계적 요인	812 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	812 (100.0)
전기적 요인	277 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	277 (100.0)
화학적 요인	51 (45.5)	61 (54.5)	0 (0.0)	112 (100.0)
생물학적 요인	0 (0.0)	19 (100.0)	0 (0.0)	19 (100.0)
작업특성 요인	97 (17.4)	238 (42.7)	222 (39.9)	557 (100.0)
작업환경 요인	394 (60.7)	91 (14.0)	164 (25.3)	649 (100.0)
계	1,631 (67.2)	409 (16.9)	386 (15.9)	2,426 (100.0)

안전 요인의 평가 항목 수는 〈표 24〉과 같이 총 42개 항목에 대하여 평가하였다. 감전(11.9%), 물체에 맞음(9.1%), 부딪힘(8.3%) 순으로 확인되었다.

〈표 24〉 안전 요인 평가 항목 수(%)

No	유해위험요인		평가 건수 (%)
	대분류	소분류	
1	전기적	감전	197 (11.9)
2	기계적	물체에 맞음	150 (9.1)
3	기계적	부딪힘	138 (8.3)
4	작업환경	안전통로	132 (8.0)
5	기계적	떨어짐	129 (7.8)
6	작업환경	작업도구	115 (7.0)
7	기계적	끼임	106 (6.4)
8	작업특성	중량물취급	97 (5.9)
9	기계적	넘어짐	65 (3.9)

No	유해위험요인		평가 건수 (%)	
	대분류	소분류		
10	전기적	화재	61	(3.7)
11	기계적	미끄러짐	51	(3.1)
12	작업환경	화상	46	(2.8)
13	기계적	절단·베임·긁힘	39	(2.4)
14	작업환경	보호구	35	(2.1)
15	기계적	기타(기계적)	29	(1.8)
16	기계적	칼림,뒤집힘	26	(1.6)
17	작업환경	작업공간	22	(1.3)
18	화학적	반응성물질	22	(1.3)
19	작업특성	장외교통	22	(1.3)
20	기계적	충격	21	(1.3)
21	작업환경	작업시간	19	(1.1)
22	기계적	무너짐	17	(1.0)
23	기계적	감김,말림	17	(1.0)
24	화학적	분진폭발	17	(1.0)
25	기계적	날아옴	16	(1.0)
26	전기적	전기설비결함	11	(0.7)
27	작업환경	주변근무자	11	(0.7)
28	화학적	가스	11	(0.7)
29	작업환경	표지판	7	(0.4)
30	작업환경	야간작업	5	(0.3)
31	전기적	정전기	2	(0.1)
32	기계적	전복	2	(0.1)
33	기계적	마찰	2	(0.1)

No	유해위험요인		평가 건수 (%)
	대분류	소분류	
34	기계적	걸림	2 (0.1)
35	전기적	전기설비결합	2 (0.1)
36	전기적	폭발	2 (0.1)
37	작업환경	미자격자	2 (0.1)
38	화학적	화학물질 누출	1 (0.1)
39	전기적	누전	1 (0.1)
40	기계적	분리	1 (0.1)
41	전기적	아크스파크	1 (0.1)
42	기계적	헛디딤	1 (0.1)
계			1,653 (100.0)

2020년에서 2022년 발생한 평균 업무상 질병자 수는 <표 25>와 같다. 질병 종류별로는 신체 부담 작업과 요통이 전체 질병에서 58.7%를 차지하고 위험성평가에서도 높은 평가 건수를 차지하는 것으로 나타났다. 이렇게 신체 부담 작업의 경우 대부분의 작업 현장에서 흔하게 발생하는 질환이며, 통계적으로도 높은 발생 빈도를 보이고 있다. 작업자의 안전보건 인식 향상 등 위험성평가 시 많이 평가되는 것으로 판단된다.

<표 26>와 같이 위험성평가 결과에서도 불균형 무리한 작업자세가 74건 (18.1%), 단순반복 67건(16.4%)로 신체 부담 작업 관련 요인이 전체의 34.5% 가장 높은 비율로 평가되었다. 소음성 난청의 경우 22.7%로 업무상 질병자 수가 많지만, 위험성평가 결과에서의 소음에 대한 건수는 상대적으로 낮게 평가되었는데 이는 소음으로 인한 청력 손실은 장기간에 걸쳐 서서히 발생하기 때문에 그 위험성을 즉각적으로 인식하지 못하는 경우가 많을 것으로 추정된다. 또한 예를 들어 제조업의 경우는 해당 직무에서는 소음이 필수 요소로 이미 인식되어 있어 과소평가될 가능성이 있을 수 있다.

〈표 25〉 평균 업무상 질병자 수(2020-2022년)

No	구분	업무상 질병자 수 (%)
1	신체 부담작업	6143.3 (33.0)
2	요통	4775.3 (25.7)
3	소음성 난청	4085.0 (22.7)
4	기타	1802.3 (9.7)
5	진폐증	1055.0 (5.7)
6	뇌심혈관 질환	614.3 (3.3)
7	기타 화학물질	80.3 (0.4)
8	유기화합물	23.7 (0.1)
9	금속 및 중금속	15.3 (0.1)
계		18594.7 (100.0)

보건 요인의 수는 〈표 26〉와 같이 총 18개 항목에 대하여 평가하였다. 보건 요인은 특히 작업특성 요인 중 불균형 무리한 작업자세(18.1%), 단순반복(16.4%) 등 근골격계 질환과 관련된 요인에 집중되어 있었다. 근골격계 질환의 경우 높은 유병률과 많은 작업 환경에서 흔하게 발생되기 때문에 상대적으로 더 많이 평가되는 것이라고 추정된다.

〈표 26〉 보건 요인 평가 항목 수(%)

No	유해위험요인		평가 건수(%)
	대분류	소분류	
1	작업특성	불균형 무리한 작업자세	74 (18.1)
2	작업특성	단순반복	67 (16.4)
3	작업환경	이상온도	47 (11.5)

No	유해위험요인		평가 건수(%)	
	대분류	소분류		
4	작업환경	조명	39	(9.5)
5	작업특성	소음	35	(8.6)
6	작업특성	진동	24	(5.9)
7	작업특성	직무스트레스	23	(5.6)
8	화학적	분진	17	(4.2)
9	화학적	미스트	16	(3.9)
10	생물학적	바이러스	16	(3.9)
11	작업특성	질식·산소결핍	15	(3.7)
12	화학적	에어로졸	12	(2.9)
13	화학적	방사선	6	(1.5)
14	화학적	피부 흡수	5	(1.2)
15	작업환경	공기오염	5	(1.2)
16	화학적	흡입	3	(0.7)
17	생물학적	기타(생물학적)	3	(0.7)
18	화학적	증기	2	(0.5)
계			409	(100.0)

제 3 절 위험성평가 결과의 심각성(강도) 분석

1) 유해위험요인별 심각성 분석

위험성평가 결과의 유해위험요인별 각 심각성 점수에 가중치를 반영하였다. 이는 모든 유해위험요인이 동일하게 중요성을 가지고 있는 것은 아니라는 것을 전제로 하였다. 즉 모든 유해위험요인이 동일한 영향을 미치는 것은 아니

라는 의미이다. 심각성이 커질수록 미치는 영향도 커진다는 것을 고려하여 가중치를 적용하면 위험성평가 결과에서 가장 심각성이 높은 요인을 명확하게 파악할 수 있다. 가중치는 <표 27>와 같이 총 3가지 방법으로 산출하였으며 I(Intensity)로 표기하였다. 가장 관계성이 높게 나오는 [방법 3]의 계산 방식으로 가중치 점수를 구하여 <표 28>과 같이 표기하였다. 즉, 유해위험요인별 심각성 점수에 따라 가중치 점수를 곱한 값의 총 합이다.

<표 27> 심각성 가중치 점수 산출 방법

구분	계산식
[방법 1]	$I = (I_4 \times 4)$
[방법 2]	$I = (I_3 \times 3) + (I_4 \times 4)$
[방법 3]	$I = (I_1 \times 1) + (I_2 \times 2) + (I_3 \times 3) + (I_4 \times 4)$

<표 28> 유해위험요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위

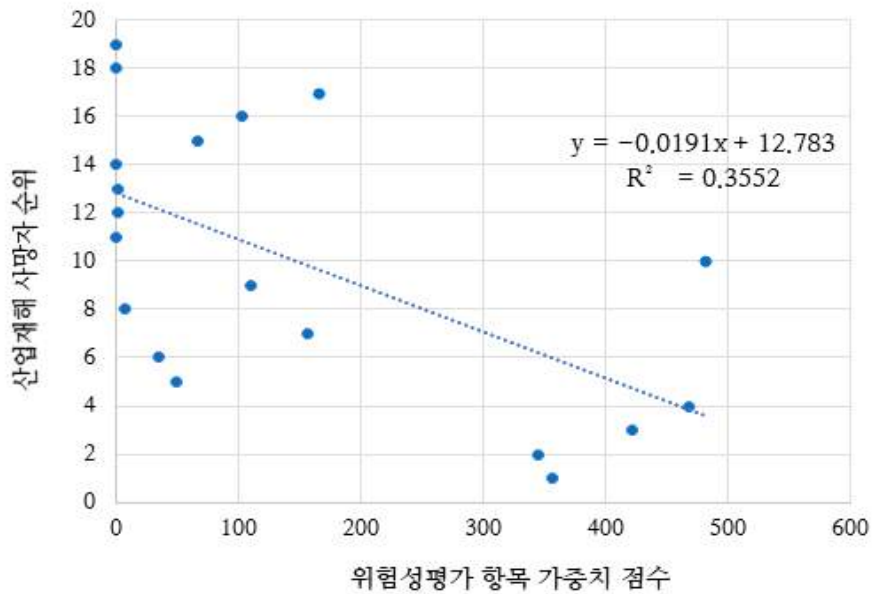
No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 적용 점수	사망 순위
	소분류	1	2	3	4			
1	감전	33	91	26	47	197	481	11
2	기타(작업환경)	42	60	46	16	164	364	
3	물체에 맞음	16	26	33	75	150	467	
4	작업자 실수	19	54	36	33	142	367	3
5	부딪힘	15	29	27	67	138	422	
6	안전통로	15	44	37	36	132	358	
7	떨어짐	10	46	38	35	129	356	1
8	작업도구	9	24	29	53	115	356	2
9	끼임	3	18	34	51	106	345	

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 적용 점수	사망 순위
	소분류	1	2	3	4			
10	중량물취급	19	39	21	18	97	232	20
11	불균형 무리한 작업자세	18	33	11	12	74	165	
12	단순반복	28	29	2	8	67	124	
13	넘어짐	29	27	9	0	65	110	
14	화재	18	14	6	23	61	156	
15	기타(작업특성)	22	17	10	9	58	158	10
16	미끄러짐	14	28	3	6	51	103	
17	이상온도	8	24	13	2	47	103	
18	화상	7	7	19	13	46	130	
19	절단,베임,찢림	17	16	6	0	39	67	
20	조명	19	10	10	0	39	69	19
21	소음	7	3	9	16	35	104	
22	보호구	14	13	5	3	35	67	
23	기타(기계적)	5	5	6	13	29	85	
24	깎림,뒤집힘	12	6	7	1	26	49	
25	진동	0	0	1	23	24	95	6
26	직무스트레스	14	8	1	0	23	33	
27	작업공간	10	11	1	0	22	35	
28	반응성물질	0	11	8	3	22	58	
29	장외교통	10	10	2	0	22	36	
30	충격	3	10	8	0	21	47	4
31	작업시간	8	8	2	1	19	34	
32	분진	6	2	0	9	17	46	
33	무너짐	3	10	4	0	17	35	
34	감김,말림	6	6	0	5	17	38	
35	분진폭발	4	6	7	0	17	37	7

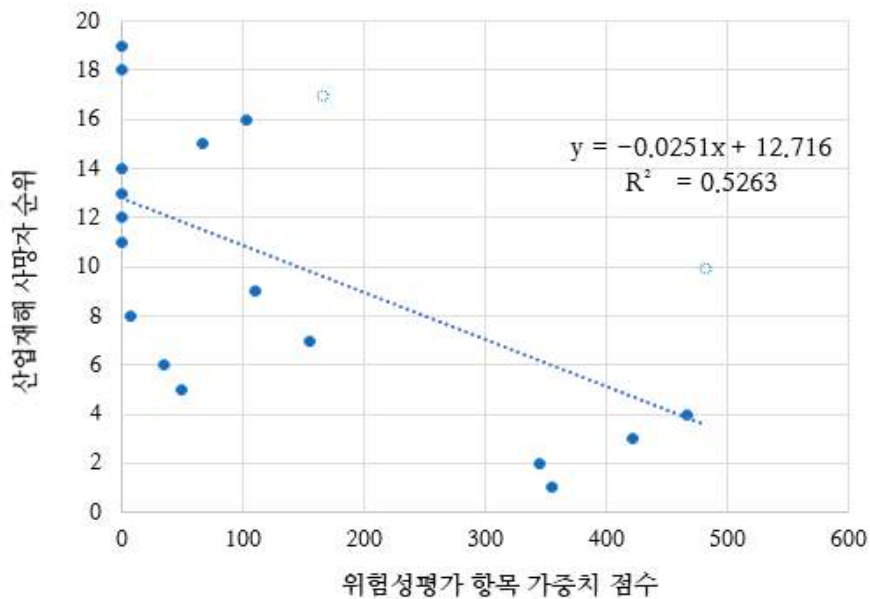
No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 적용 점수	사망 순위
	소분류	1	2	3	4			
36	날아옴	4	9	3	0	16	31	15
37	미스트	1	4	4	7	16	49	
38	바이러스	3	2	6	5	16	45	
39	산소결핍	1	4	3	7	15	46	
40	에어로졸	0	4	2	6	12	38	
41	전기설비결함	2	8	3	0	13	27	
42	주변근무자	0	2	8	1	11	32	
43	가스	0	0	3	8	11	41	
44	표지판	1	2	4	0	7	17	
45	방사선	1	1	1	3	6	18	
46	피부 흡수	2	1	2	0	5	10	
47	공기오염	1	2	1	1	5	12	
48	야간작업	1	0	4	0	5	13	
49	흡입	1	2	0	0	3	5	
50	기타(생물학적)	1	2	0	0	3	5	
51	정전기	1	1	0	0	2	3	9
52	전복	0	1	1	0	2	5	
53	마찰	0	2	0	0	2	4	
54	걸림	0	1	1	0	2	5	
55	증기	0	0	0	2	2	8	
56	폭발,파열	0	0	1	1	2	7	13
57	미자격자	1	0	1	0	2	4	
58	화학물질 누출	1	0	0	0	1	1	
59	누전	0	1	0	0	1	2	
60	분리	0	1	0	0	1	2	
61	아크스파크	1	0	0	0	1	1	
62	헛디딤	0	1	0	0	1	2	

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 적용 점수	사망 순위
	소분류	1	2	3	4			
63	빠짐, 익사	0	0	0	0	0	0	12
64	동물상해	0	0	0	0	0	0	14
65	장내교통	0	0	0	0	0	0	16
66	분류불능	0	0	0	0	0	0	18
67	체육행사	0	0	0	0	0	0	
68	폭력	0	0	0	0	0	0	
계		486	796	525	619	2,426	-	-

전체 위험성평가 항목의 가중치를 계산한 점수와 사망자 발생 순위 간의 관계는 [그림 4]과 같다. 위험성평가 항목 가중치 점수와 산업재해 사망자 순위의 관계성은 R^2 이 0.355이었다. 그 중 극단치 두 개의 값을 제거한 결과 [그림 5] R^2 이 0.5263으로 관계성이 개선된 것이 확인되었다. 편차가 큰 값은 감전과 불균형 무리한 작업자세로 산업재해 사망자 발생 순위 대비하여 위험성평가 가중치 점수가 상대적으로 높았다. 위험성평가를 실시할 때에는 주요 사고 요인의 발생 빈도와 심각성을 분석하고 종합적으로 평가하여 작업종별 작업장에서 발생하는 주요 유해위험요소를 파악할 수 있다.



[그림 4] 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계



[그림 5] 두 개의 극단 값을 제외한 전체 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계
(점선 원을 제거한 값)

2) 업종별 심각성 점수와 산업재해 순위 간 관계

가) 제조업

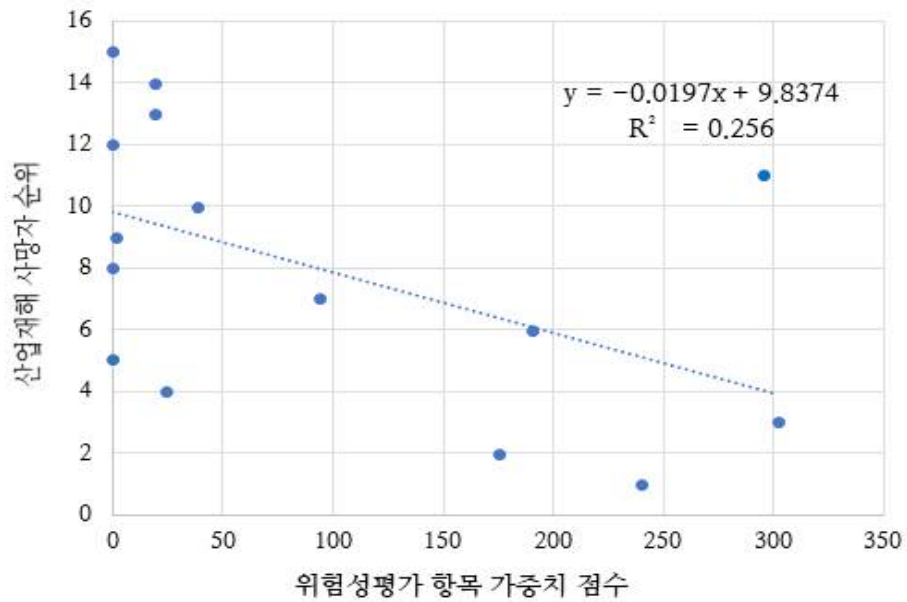
동일한 방법으로 심각성 가중치 점수와 산업재해 순위 간의 관계성을 분석한 결과 [그림 6]과 같이 관계성을 설명하기 어려웠으나, 극단치 값을 제거한 결과 관계성이 개선된 것을 확인하였다([그림 7]). 감전 사고의 경우, 위험성 평가 시 심각성이 높게 평가되고 있으나 실제로는 비교적 치명적인 결과로 이어지는 경우가 적은 반면, 폭발 및 파열 사고의 경우 평가 건수는 0건이나 사망 순위는 5위로 나타났다. 이는 폭발 및 파열 사고 발생 시 매우 치명적인 결과를 초래할 가능성이 높거나, 위험성 인식이 부족하여 잠재적 위험성을 전혀 고려하지 않고 평가한 것으로 해석할 수 있다.

〈표 29〉 제조업 요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위

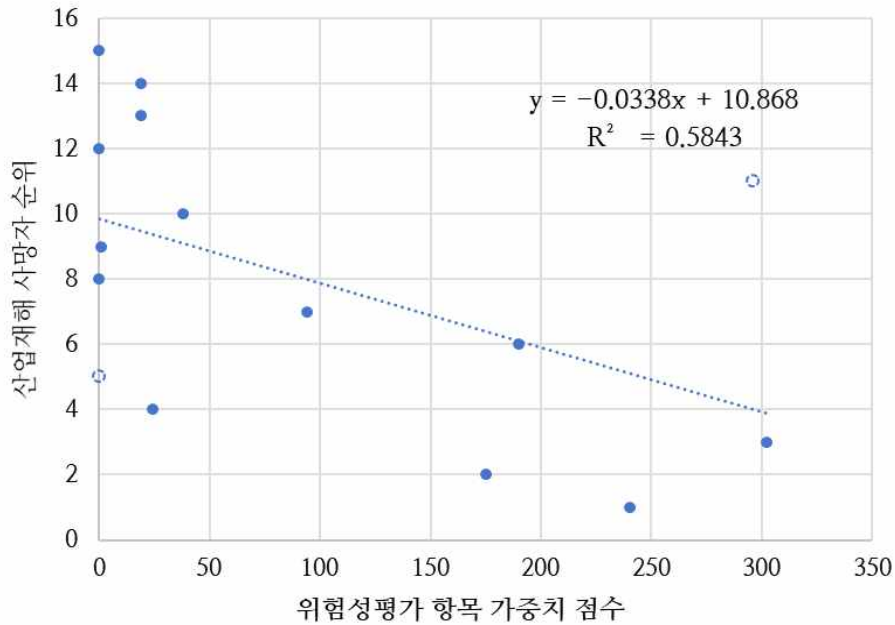
No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법 3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
1	감전	4	36	16	43	99	296	11
2	물체에 맞음	4	4	22	56	86	302	3
3	작업자 실수	7	22	17	30	76	222	
4	끼임	2	5	16	45	68	240	1
5	작업도구	1	3	9	49	62	230	
6	떨어짐	5	16	22	18	61	175	2
7	부딪힘	4	7	0	43	54	190	6
8	중량물취급	10	9	17	18	54	151	
9	기타(작업환경)	15	12	8	15	50	123	
10	안전통로	1	9	8	30	48	163	
11	소음	7	2	9	16	34	102	
12	화재	2	8	0	19	29	94	7
13	기타(작업특성)	14	2	3	7	26	55	
14	진동	0	0	1	23	24	95	

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법 3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
15	불균형, 무리한 작업자세	2	8	1	11	22	65	14
16	화상	6	0	1	12	19	57	
17	절단, 베임, 찢림	14	3	1	0	18	23	
18	단순반복	8	0	0	8	16	40	
19	넘어짐	1	8	7	0	16	38	10
20	날아옴	3	9	3	0	15	30	
21	보호구	4	6	2	0	12	22	
22	기타(기계적)	0	0	0	12	12	48	
23	분진	2	0	0	9	11	38	4
24	깎림, 뒤집힘	1	4	5	0	10	24	
25	전기설비결함	1	7	2	0	10	21	
26	미스트	1	0	4	5	10	33	
27	작업공간	0	8	1	0	9	19	13
28	이상온도	1	6	2	0	9	19	
29	조명	3	1	4	0	8	17	
30	에어로졸	0	0	2	6	8	30	
31	주변근무자	0	0	6	0	6	18	9
32	가스	0	0	0	6	6	24	
33	표지판	0	4	0	0	4	8	
34	충격	0	2	2	0	4	10	
35	미끄러짐	1	3	0	0	4	7	5
36	흡입	0	1	0	0	1	2	
37	화학물질 누출	1	0	0	0	1	1	
38	전복	0	0	1	0	1	3	
39	작업시간	0	1	0	0	1	2	5
40	야간작업	0	0	1	0	1	3	
41	폭발, 파열	0	0	0	0	0	0	

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법 3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
42	산소결핍	0	0	0	0	0	0	15
43	무너짐	0	0	0	0	0	0	8
44	빠짐,익사	0	0	0	0	0	0	12
45	체육행사	0	0	0	0	0	0	
46	폭력행위	0	0	0	0	0	0	
47	동물	0	0	0	0	0	0	
계		125	206	193	481	1,005	3,040	-



[그림 6] 제조업 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계



[그림 7] 두 개의 극단 값을 제외한 제조업 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계
(점선 원을 제거한 값)

나) 기타의 사업

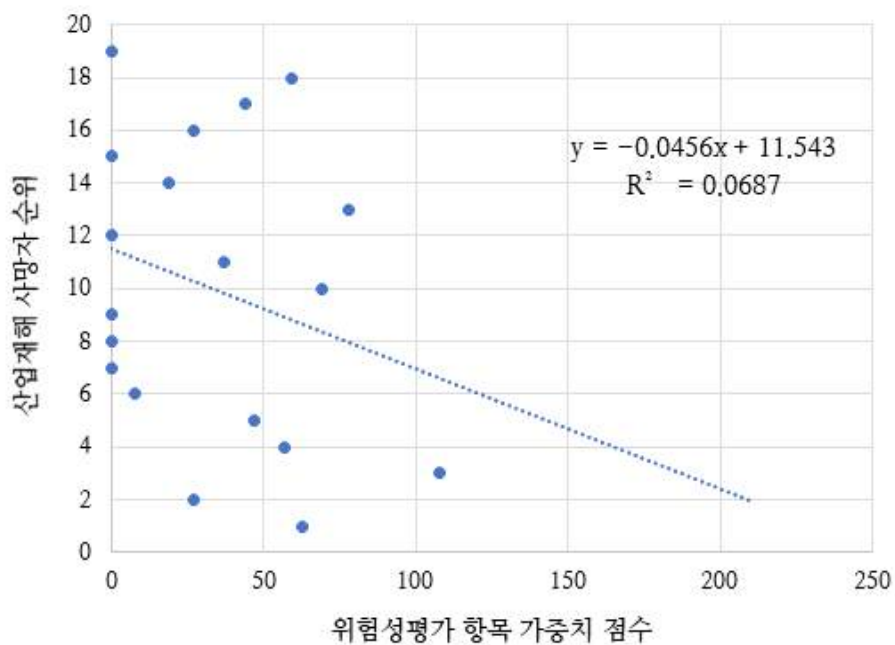
기타의 사업에서 떨어짐 요인은 평가 건수 대비 심각성을 높게 평가 하고 있어 이는 치명적인 부상을 초래할 가능성이 있음을 인지하고 있음을 의미한다. 부딪힘과 넘어짐 요인은 사망순위가 높으나 심각성 점수는 상대적으로 낮다. 이는 부딪힘 사고가 빈번하게 발생할 수 있지만 대부분 경미한 부상으로 끝나는 경우가 많아 치명적인 사고로 이어지는 빈도는 낮기 때문으로 추정된다. 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 상관관계를 설명하기는 어려웠다([그림 8]).

〈표 30〉 기타의 사업 요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
1	기타(작업환경)	16	44	34	1	95	210	
2	안전통로	10	32	26	5	73	172	
3	작업도구	6	16	18	4	44	108	
4	넘어짐	23	15	2	0	40	59	3
5	불균형 무리한 작업자세	10	20	8	1	39	78	18
6	감전	14	16	5	2	37	69	13
7	물체에 맞음	4	12	8	13	37	104	10
8	미끄러짐	11	23	2	0	36	63	
9	떨어짐	2	12	5	14	33	97	1
10	중량물취급	6	23	4	0	33	64	
11	단순반복	10	22	1	0	33	57	
12	끼임	1	6	17	5	29	84	4
13	기타(작업특성)	6	11	7	1	25	53	
14	화상	0	7	18	0	25	68	
15	화재	13	3	4	4	24	47	5
16	이상온도	5	13	3	1	22	44	17
17	반응성물질	0	11	8	3	22	58	
18	장외교통	10	10	2	0	22	36	
19	작업자 실수	6	11	3	1	21	41	
20	조명	14	5	2	0	21	30	
21	부딪힘	8	8	1	0	17	27	2
22	직무스트레스	12	5	0	0	17	22	
23	분진폭발	4	6	7	0	17	37	
24	작업시간	7	7	2	0	16	27	
25	충격	2	7	6	0	15	34	

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
26	절단,베임,절림	1	10	2	0	13	27	16
27	감김,말림	4	4	0	4	12	28	
28	산소결핍	0	4	3	5	12	37	11
29	작업공간	10	0	0	0	10	10	
30	무너짐	2	7	1	0	10	19	14
31	보호구	3	3	3	0	9	18	
32	기타(기계적)	0	2	4	1	7	20	
33	미스트	0	4	0	2	6	16	
34	바이러스	1	2	3	0	6	14	
35	방사선	1	1	1	3	6	18	
36	가스	0	0	3	2	5	17	
37	깔림,뒤집힘	2	1	0	1	4	8	6
38	에어졸	0	4	0	0	4	8	
39	피부 흡수	2	1	0	0	3	4	
40	분진	0	2	0	0	2	4	
41	주변근무자	0	2	0	0	2	4	
42	흡입	1	1	0	0	2	3	
43	기타(생물학적)	1	1	0	0	2	3	
44	마찰	0	2	0	0	2	4	
45	걸림	0	1	1	0	2	5	
46	증기	0	0	0	2	2	8	
47	표지판	0	1	0	0	1	2	
48	절단	1	0	0	0	1	1	
49	날아옴	1	0	0	0	1	1	
50	전복	0	1	0	0	1	2	
51	헛디딤	0	1	0	0	1	2	
52	누전	0	1	0	0	1	2	

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
53	아크스파크	1	0	0	0	1	1	7
54	정전기	0	1	0	0	1	2	
55	폭발,파열	0	0	0	0	0	0	
56	화학물질 누출	0	0	0	0	0	0	
57	빠짐, 익사	0	0	0	0	0	0	8
58	동물	0	0	0	0	0	0	9
59	분류불능	0	0	0	0	0	0	15
60	체육행사	0	0	0	0	0	0	19
계		231	402	214	75	922	1,977	-



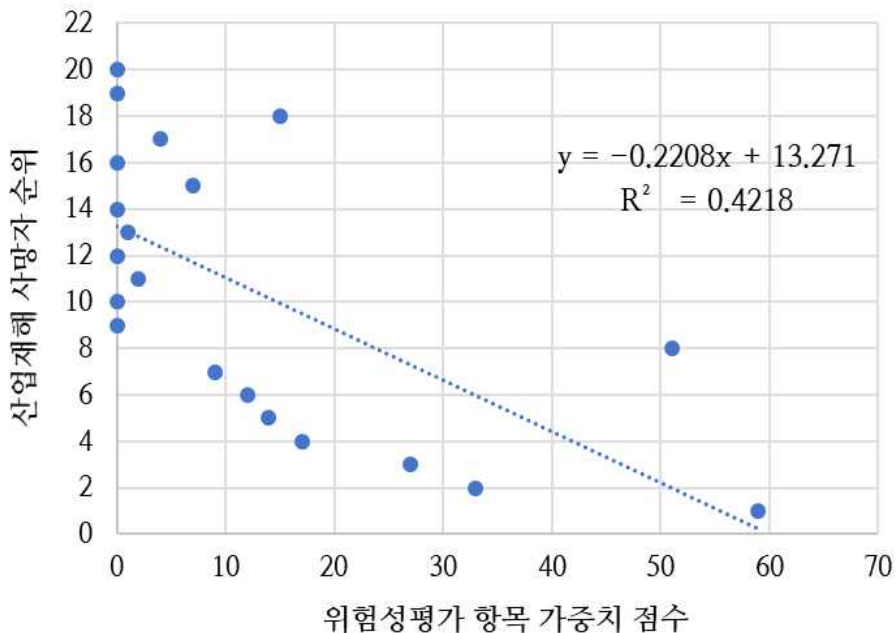
[그림 8] 기타의 사업 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계

다) 건설업

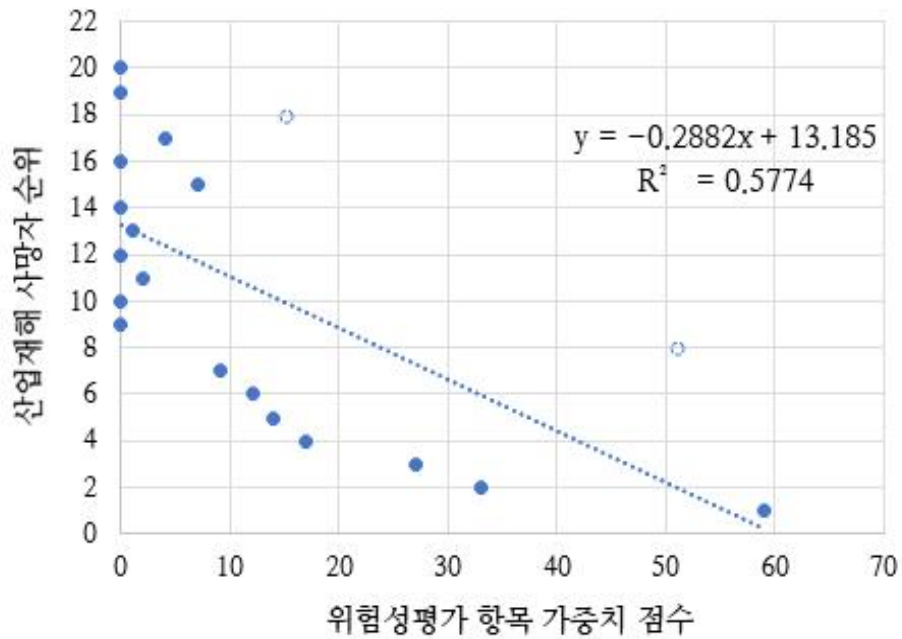
건설업에서는 산업재해 자료를 볼 때 떨어짐 요인은 그 심각도와 발생가능성이 매우 높은 요인이라고 볼 수 있다. 그러나 본 연구에서 취합한 건설업의 위험성평가 자료를 분석한 결과 <표 31>에서 심각성을 4점으로 평가한 것은 1건도 없었다.

물론 본 연구의 대상 사업장에서 추락 위험이 거의 없었을 수도 있지만 건설업의 특성을 고려할 때 심각성이 4점인 경우가 단 1건도 없었다는 것은 쉽게 이해하기 어려운 점이다.

위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계를 확인한 결과 R^2 값을 확인한 결과 0.4218였다([그림 9]). 편차가 큰 값을 확인한 결과 감전, 불균형 무리한 작업자세, 산업재해 사망자 순위 대비 위험성평가 가중치 점수가 높았다. 해당 두 개의 값을 제외하고 난 후 R^2 값을 확인한 결과 0.5981로 관계성이 높아지는 것을 [그림 10]과 같이 확인하였다.



[그림 9] 건설업 위험성평가 항목 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계



[그림 10] 두 개의 극단 값을 제외한 건설업 가중치 점수와 사망자 순위 간의 관계
(점선 원을 제거한 값)

<표 31> 건설업 요인별 심각성 가중치 점수 및 사망재해 발생 순위

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
1	감전	8	20	1	0	29	51	8
2	떨어짐	2	15	9	0	26	59	1
3	작업자 실수	5	8	5	0	18	36	
4	물체에 맞음	5	8	2	0	15	27	3
5	부딪힘	2	2	9	0	13	33	2
6	기타(작업환경)	5	3	4	0	12	23	
7	깔림, 뒤집힘	9	1	2	0	12	17	4
8	불균형 무리한 작업자세	4	4	1	0	9	15	18
9	끼임	0	6	0	0	6	12	6

No	유해위험요인	심각성				평가 건수	방법3 가중치 점수	사망 순위
		1	2	3	4			
10	무너짐	1	2	3	0	6	14	5
11	화재	3	3	0	0	6	9	7
12	안전통로	3	1	1	0	5	8	
13	단순반복	4	0	0	0	4	4	
14	보호구	2	2	0	0	4	6	
15	분진	4	0	0	0	4	4	
16	중량물취급	3	1	0	0	4	5	
17	기타(작업특성)	1	2	0	0	3	5	
18	절단,베임,찢림	0	2	1	0	3	7	15
19	기타(기계적)	3	0	0	0	3	3	
20	작업공간	0	3	0	0	3	6	
21	넘어짐	2	0	0	0	2	2	11
22	이상온도	0	2	0	0	2	4	17
23	조명	2	0	0	0	2	2	
24	표지판	1	1	0	0	2	3	
25	감김,말림	1	0	0	0	1	1	
26	작업도구	0	1	0	0	1	2	
27	화상	1	0	0	0	1	1	
28	충격	0	1	0	0	1	2	
29	작업시간	1	0	0	0	1	1	
30	산소결핍	1	0	0	0	1	1	13
31	정전기	1	0	0	0	1	1	
32	폭발,파열	0	0	0	0	0	0	9
33	화학물질 누출	0	0	0	0	0	0	12
34	빠짐,익사	0	0	0	0	0	0	10
35	동물	0	0	0	0	0	0	14
36	분류불능	0	0	0	0	0	0	16
37	체육행사	0	0	0	0	0	0	19
38	폭력행위	0	0	0	0	0	0	20
계						200	364	-

3) 보건·안전 요인별 심각성 분석

위험성평가 결과에서 <표 32>에서 보건과 안전으로 구분하기 모호한 386건의 분류불능은 제외하고 총 2,088건의 심각성을 확인해 본 결과, 심각성 2가 가장 높은 비율을 차지하였다. 보건 요인에서는 심각성 2가 140건(32.0%)으로 가장 높은 비율을 보였으며, 안전 요인에서도 심각성 2가 541건(32.8%)으로 가장 높은 비율을 보였다. 보건 요인이 안전 요인보다 상대적으로 심각성이 낮게 평가한 것으로 확인되었다.

<표 32> 보건·안전 요인별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

구분	심각성 점수				계
	1	2	3	4	
보건 요인	109 (24.9)	140 (32.0)	77 (17.6)	112 (25.6)	438 (100.0)
안전 요인	268 (16.2)	541 (32.8)	364 (22.1)	477 (28.9)	1,650 (100.0)
계	377 (18.1)	681 (32.6)	441 (21.1)	589 (28.2)	2,088 (100.0)

제조업, 기타의 사업, 건설업의 보건 요인과 안전 요인의 심각성 수준을 분석하였다. 분석 결과 각 업종의 특성에 따른 뚜렷한 차이가 나타났다. 제조업에서는 보건 요인과 안전 요인 모두 심각성 수준 4에서 가장 높은 비율을 보였다. <표 33>에서 보건 요인의 경우 심각성 4가 84건(56.4%)으로 가장 높았으며, 안전 요인도 4가 375건(49.9%)으

로 가장 높은 비율을 차지하였다. 기타의 사업에서는 보건 요인과 안전 요인 모두 심각성 2에서 높은 비율을 보였다. 건설업에서는 보건 요인과 안전 요인 모두 심각성 수준 2에서 가장 높은 비율을 보였다. 건설업의 보건 요인은 심각성 수준 2가 7건(31.8%)으로 가장 높았으며, 안전 요인 역시 심각성 수준 2가 73건(47.1%)으로 가장 높은 비율이었으나 심각성 수준 4는 보건 요인과 안전 요인 모두 심각성 수준 4가 0건(0.0%)으로 나타났는데, 이는 과소평가의 가능성을 배제할 수 없다.

〈표 33〉 업종별 보건·안전 요인별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

업종	구분	심각성 점수				계
		1	2	3	4	
제조업	보건 요인	25 (16.8)	17 (11.4)	23 (15.4)	84 (56.4)	149 (100.0)
	안전 요인	67 (8.9)	160 (21.3)	149 (19.8)	375 (49.9)	751 (100.0)
	계	92 (10.2)	177 (19.7)	172 (19.1)	459 (51.0)	900 (100.0)
기타의 사업	보건 요인	56 (27.7)	95 (47.0)	32 (15.8)	19 (9.4)	202 (100.0)
	안전 요인	123 (22.7)	230 (42.5)	134 (24.8)	54 (10.0)	541 (100.0)
	계	179 (24.1)	325 (43.7)	166 (22.3)	73 (9.8)	743 (100.0)
건설업	보건 요인	14 (63.6)	7 (31.8)	1 (4.5)	0 (0.0)	22 (100.0)
	안전 요인	50 (32.3)	73 (47.1)	32 (20.6)	0 (0.0)	155 (100.0)
	계	64 (36.2)	80 (45.2)	33 (18.6)	0 (0.0)	177 (100.0)

보건 세부요인별 심각성 분석 결과, 근골격계 부담작업과 관련한 불균형 무리한 작업자세, 단순반복, 진동 등의 평가 건수가 많았으며 심각성 4점이 매우 높게 평가되었다.

〈표 34〉 보건 세부 요인별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

세부 요인	심각성				계
	1	2	3	4	
불균형 무리한 작업자세	17 (15.6)	32 (22.9)	11 (14.3)	12 (10.7)	72 (16.4)
단순반복	28 (25.7)	29 (20.7)	2 (2.6)	8 (7.1)	67 (15.3)
이상기온	8 (7.3)	24 (17.1)	13 (16.9)	2 (1.8)	47 (10.7)
조명	19 (17.4)	10 (7.1)	10 (13.0)	0 (0.0)	39 (8.9)
소음	7 (6.4)	3 (2.1)	9 (11.7)	16 (14.3)	35 (8.0)
진동	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (1.3)	23 (20.5)	24 (5.5)
직무스트레스	14 (12.8)	8 (5.7)	1 (1.3)	0 (0.0)	23 (5.3)
반응성물질	0 (0.0)	11 (7.9)	8 (10.4)	3 (2.7)	22 (5.0)
분진	6 (5.5)	2 (1.4)	0 (0.0)	9 (8.0)	17 (3.9)
미스트	1 (0.9)	4 (2.9)	4 (5.2)	7 (6.3)	16 (3.7)
바이러스	3 (2.8)	2 (1.4)	6 (7.8)	5 (4.5)	16 (3.7)
질식·산소결핍	0 (0.0)	5 (3.6)	3 (3.9)	7 (6.3)	15 (3.4)
에어로졸	0 (0.0)	4 (2.9)	2 (2.6)	6 (5.4)	12 (2.7)
가스	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (3.9)	8 (7.1)	11 (2.5)
방사선	1 (0.9)	1 (0.7)	1 (1.3)	3 (2.7)	6 (1.4)
피부 흡수	2 (1.8)	1 (0.7)	2 (2.6)	0 (0.0)	5 (1.1)
공기오염	1 (0.9)	2 (1.4)	1 (1.3)	1 (0.9)	5 (1.1)
기타(생물학적)	1 (0.9)	2 (1.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (0.7)
증기	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (1.8)	2 (0.5)
기타(화학적)	1 (0.9)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (0.2)
계	109 (100.0)	140 (100.0)	77 (100.0)	112 (100.0)	438 (100.0)

〈표 34〉에서 심각성이 가장 높은 요인은 진동이었는데, 실제로는 진동 노출에 대한 명확한 관리와 예방 대책이 현재로서 부족하기 때문일 것으로 추정된다. 앞으로 이러한 요인에 대한 지속적인 관리 방안과 연구가 필요하다. 반면, 보건 요인 중 화학물질에 대한 평가가 상대적으로 적었는데, 이는 실제로 화학물질을 사용하는 대상 사업장의 수가 적었거나, 해당 요인이 작업 환경에서 상대적으로 덜 인식되었을 수 있음을 의미한다. 화학물질의 경우 급성 및 만성 중독을 일으킬 수 있고, 또한 그 영향이 장기간 후 나타나는 경향이 있어 철저한 관리가 필요하다. 이러한 위험성을 예방하기 위하여 체계적인 관리와 평가가 필요하며 이들 요인에 대한 보다 철저하고 관리하기 쉬운 평가 방법도 필요하다.

4) 규모별 심각성 분석

사업장 규모별에 따른 심각성 점수의 분포는 〈표 35〉와 같다. 규모별로 심각성의 분포에 차이가 있었는데, 소규모 사업장(50인 미만)은 심각성 4점의 비율이 높았고, 대규모 사업장(300인 이상)은 심각성 2점의 비율이 매우 높았다. 사업장 규모를 알 수 없는 경우는 제외하였다. 소규모 사업장은 대규모 사업장에 비해 안전 관리 시스템이 덜 체계적이고 안전 관련 인프라가 부족할 가능성이 높다. 이로 인해 사고 발생 시 피해가 더 클 수 있어 심각성 4점의 비율이 높게 나타나는 것으로 추정된다. 대규모 사업장의 경우 상대적으로 체계적인 안전 관리 시스템과 전문 인력을 갖추고 있어 사고 예방과 대응이 소규모 사업장보다 효과적으로 이루어지기 때문이다.

〈표 35〉 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

구분	심각성				계
	1	2	3	4	
50인 미만	223 (17.2)	336 (25.9)	241 (18.6)	498 (38.4)	1,298 (100.0)
50인~100인	51 (12.9)	181 (45.9)	116 (29.4)	46 (11.7)	394 (100.0)
100인~300인	201 (31.2)	238 (36.9)	143 (22.2)	63 (9.8)	645 (100.0)
300인 이상	9 (13.0)	45 (65.2)	14 (20.3)	1 (1.4)	69 (100.0)
알 수 없음	1 (5.0)	1 (5.0)	7 (35.0)	11 (55.0)	20 (100.0)
계	485 (20.0)	801 (33.0)	521 (21.5)	619 (25.5)	2,426 (100.0)

가) 제조업

제조업에서는 특히 소규모 사업장 일수록 심각성 4에 집중적으로 평가한 것으로 나타났다. 제조업의 경우 고위험 작업이 빈번하며, 소규모 제조업체는 안전 관리 시스템이 체계적이지 못하며, 상대적으로 안전보건관리에 대하여 미흡한 부분이 많기 때문으로 추정된다.(〈표 36〉)

〈표 36〉 제조업 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

구분	심각성				계
	1	2	3	4	
50인 미만	51 (7.2)	11 (15.7)	117 (16.4)	432 (60.7)	712 (100.0)
50인~100인	2 (6.1)	20 (60.6)	11 (33.3)	0 (0.0)	33 (100.0)
100인~300인	71 (29.6)	73 (30.4)	58 (24.2)	38 (15.8)	240 (100.0)
300인 이상	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
계	125 (12.4)	206 (20.5)	193 (19.2)	481 (47.9)	1,005 (100.0)

나) 기타의 사업

기타의 사업의 경우 심각성은 <표 37>와 같이 규모와 관계없이 심각성 2에 집중되어 있었으며 특히 규모가 커질수록 심각성 1과 2에 더 높은 비율로 평가된 것으로 나타났다.

<표 37> 기타의 사업 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

구분	심각성				계
	1	2	3	4	
50인 미만	111 (27.8)	156 (39.1)	92 (23.1)	40 (10.0)	399 (100.0)
50인~100인	46 (14.2)	148 (45.7)	95 (29.3)	35 (10.8)	324 (100.0)
100인~300인	67 (38.5)	81 (46.6)	26 (14.9)	0 (0.0)	174 (100.0)
300인 이상	7 (28.0)	17 (68.0)	1 (4.0)	0 (0.0)	25 (100.0)
계	231 (25.1)	402 (43.6)	214 (23.2)	75 (8.1)	922 (100.0)

다) 건설업

건설업은 <표 38>과 같이 소규모 사업장 및 중소규모 사업장은 심각성 1과 2로 집중적으로 평가 한 것으로 나타났다. 심각성 4로 평가된 건은 없었다.

<표 38> 건설업 규모별 심각성에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

구분 (건설)	심각성				계
	1	2	3	4	
50인 미만	52 (44.8)	49 (42.2)	15 (12.9)	0 (0.0)	116 (100.0)
50인~100인	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
100인~300인	19 (37.3)	20 (39.2)	12 (23.5)	0 (0.0)	51 (100.0)
300인 이상	2 (6.1)	20 (60.6)	11 (33.3)	0 (0.0)	33 (100.0)
계	73 (36.5)	89 (44.5)	38 (19.0)	0 (0.0)	200 (100.0)

5) 기인 요인별 심각성에 대한 평가 결과 분석

2020년에서 2022년 산업재해현황 분석을 통해 평균한 주요 기인요인별 사망자 수는 <표 39>과 같았다. 그 중 사망자 수가 가장 많은 떨어짐, 끼임, 부딪힘 요인에 대하여 각 심각성별 위험성평가 결과 현황을 확인하였다.

<표 39> 산업재해 주요 기인요인별 연평균 사망자 수(2020-2022)

기인요인	사망자 수(명)						계
	제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기·가스 수도사업	
떨어짐	44.0	40.0	233.0	2.0	9.0	0.0	328.0
끼임	56.3	12.3	16.3	2.3	4.0	0.0	91.3
부딪힘	11.3	17.3	41.0	0.3	7.7	0.0	77.7
물체에 맞음	20.7	2.7	31.3	1.0	1.7	0.0	57.3
깔림, 뒤집힘	15.3	5.3	27.0	1.0	1.7	0.0	50.3
무너짐	5.0	1.7	26.3	2.3	0.7	0.0	36
화재	6.0	6.0	13.3	0.0	1.3	0.0	26.7
폭발	13.3	4.3	8.3	0.0	0.3	0.0	26.3
넘어짐	2.7	13.7	4.3	0.0	1.0	0.0	21.7
감전	2.7	2.0	10.3	0.0	0.0	1.0	16.0
계	177.3	105.3	411.1	8.9	27.4	1.0	731.3

떨어짐 요인으로 인한 사망자 수를 확인한 결과 건설업에서 가장 많이 발생하나, 위험성평가 결과에서 사업장 당 떨어짐 요인에 대하여 평가한 평균 건수는 상대적으로 적게 평가되었다. (〈표 40〉)

〈표 40〉 떨어짐 요인 심각성에 대한 위험성평가 결과 분석

구분		제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기가스 수도업	계
심각성	4	18 (29.5)	14 (42.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	2 (66.7)	1 (16.7)	35 (27.1)
	3	22 (36.1)	5 (15.2)	9 (34.6)	0 (0.0)	1 (33.3)	1 (16.7)	38 (29.5)
	2	16 (26.2)	12 (36.4)	15 (57.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (50.0)	46 (35.7)
	1	5 (8.2)	2 (6.1)	2 (7.7)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (16.7)	10 (7.8)
계		61 (100.0)	33 (100.0)	26 (100.0)	0 (0.0)	3 (100.0)	6 (100.0)	129 (100.0)
사업장 수		17	31	8	1	3	1	61
평가 건수		61	33	26	0	3	6	129
사업장당 떨어짐 평가건수		3.6	1.1	3.3	0	1.0	6	2.5
떨어짐 사망자 수 (십만인율)		44 (1.1)	40 (0.4)	233 (9.8)	2 (19.5)	9 (0.9)	0 (0.0)	328 (1.7)

끼임 요인으로 인한 사망자 수는 광업에서 가장 많이 발생하나, 위험성평가 결과에서 사업장 당 끼임 요인에 대하여 평가한 평균 건수는 적게 평가되었다. 다만 해당 업종의 경우 평가대상 사업장 수가 1개소라 대표성을 가지는 것으로 보기에는 어려울 것으로 판단된다.(〈표 41〉)

〈표 41〉 끼임 요인 심각성에 대한 위험성평가 결과 분석

구분		제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기가스 수도업	계
심 각 성	4	45 (66.2)	5 (17.2)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	51 (50.5)
	3	16 (23.5)	17 (58.6)	0 (0.0)	1 (100.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	34 (33.7)
	2	5 (7.4)	6 (20.7)	1 (100.0)	0 (0.0)	1 (50.0)	0 (0.0)	13 (12.9)
	1	2 (2.9)	1 (3.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	3 (3.0)
계		68 (100.0)	29 (100.0)	1 (100.0)	1 (100.0)	2 (100.0)	0 (0.0)	101 (100.0)
사업장 수		17	31	8	1	3	1	61
평가 건수		68	29	1	1	2	0	101
사업장 당 끼임 평가건수		4	0.9	0.1	1.0	0.7	0.0	1.1
끼임 사망자수 (십만인율)		56.3 (1.4)	12.3 (0.1)	16.3 (0.7)	2.3(22.4)	4.0 (0.4)	0 (0.0)	91.3 (0.5)

부딪힘 요인으로 인한 사망자 수를 확인한 결과 건설업에서 가장 많이 발생하였다. 위험성평가 결과에서 사업장 당 부딪힘 요인에 대하여 평가한 평균 건수는 상대적으로 적게 평가되었으며, 전기가스수도업에서의 부딪힘 요인을 평가한 건수가 많았다. (〈표 42〉)

〈표 42〉 부딪힘 요인 심각성에 대한 위험성평가 결과 분석

구분		제조업	기타의 사업	건설업	광업	운수창고 통신업	전기가스 수도업	계
심 각 성	4	18 (33.3)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	18 (50.0)	6 (35.3)	42 (30.9)
	3	17 (31.5)	6 (40.0)	9 (69.2)	0 (0.0)	11 (30.6)	6 (35.3)	49 (36.0)
	2	9 (16.7)	7 (46.7)	2 (15.4)	1 (100.0)	7 (19.4)	4 (23.5)	30 (22.1)
	1	10 (18.5)	2 (13.3)	2 (15.4)	0 (0.0)	0 (0.0)	1 (5.9)	15 (11)
계		54 (100.0)	15 (100.0)	13 (100.0)	1 (100.0)	36 (100.0)	17 (100.0)	136 (100.0)
사업장 수		17	31	8	1	3	1	61
평가 건수		54	15	13	1	36	17	136
사업장 당 부딪힘 평가건수		3.2	0.5	1.6	1.0	12.0	17.0	5.9
부딪힘 사망자수 (십만인율)		11.3 (0.3)	17.3 (0.2)	41 (1.7)	0.3 (2.9)	7.7 (0.8)	0 (0.0)	77.7 (0.4)

제 4 절 위험성평가 개선 전·후 분석

1) 위험성평가 실시 후 개선 이전과 개선 이후 비교

정기 위험성평가 결과에서 총 2,426건 중 1,598건이 개선을 실행하지 않은 것으로 확인되었다. 전체의 65.9%가 개선 조치 없이 위험을 방치하고 있다는 것을 의미한다. 즉, 현재 위험성평가를 실시하더라도 위험성을 결정하는 데 그치고 실제 개선 조치로 이어지지 않는 비율이 상당히 높았다. 개선 조치를 실행하지 않는다는 것은 사업장 내 사고위험 요소를 계속 남겨둔다는 것을 의미하며, 언제라도 사고 발생으로 이어질 가능성이 굉장히 높음을 나타낸다. 정기 위험성평가 실시 결과에서 개선 조치가 실행되지 않은 유해위험요인 항목 수의 비율을 확인한 결과 <표 43>와 같았다. 심각성 4의 경우 개선이 이루어지지 않은 비율이 555건(89.7%)로 매우 높은 수준이었다.

<표 43> 정기 위험성평가 후 개선되지 않은 유해위험요인 항목 수(%)

구분		결과의 심각성				계
		1	2	3	4	
발 생 가 능 성	5	21 (100.0)	8 (100.0)	3 (100.0)	15 (75.0)	47 (90.4)
	4	0 (0.0)	11 (44.0)	19 (70.4)	55 (94.8)	85 (77.3)
	3	33 (91.7)	40 (62.5)	38 (61.3)	73 (63.5)	184 (66.4)
	2	92 (49.7)	196 (58.7)	180 (79.3)	202 (96.7)	670 (70.2)
	1	142 (58.4)	167 (45.1)	93 (46.0)	210 (96.8)	612 (59.3)
계		288 (59.4)	422 (52.7)	333 (63.9)	555 (89.7)	1,598 (65.9)

특히, 사고 발생 시 치명적일 수 있는 심각성 4점과 발생가능성 5점의 경우, 15건(75%)으로 확인되었다. 이러한 결과는 사업장에서 해당 위험의 심각

성을 충분히 인지하고 있음에도 불구하고, 적절한 개선 조치가 이루어지지 않았음을 의미한다. 위험성평가를 실시하는 목적은 개선을 하기 위함임에도 불구하고 위험성이 가장 높은 건에 대한 개선이 75%가 이루어지지 않았다는 것은 위험성평가를 단순한 형식적인 절차로 수행하였을 수도 있고, 또는 작업장에서 해당 위험의 심각성을 충분히 인지하고 있음에도 불구하고 개선에 필요한 예산이 부족하거나 경영진의 인식 부족으로 인하여 개선이 지연되었을 수도 있다. 그럼에도 불구하고 사고를 예방하기 위하여 위험성이 가장 높은 건에 대한 개선은 시급하게 이루어져야 한다.

2) 정기 위험성평가와 재평가 후 위험성평가의 심각성과 발생가능성 분포 현황

위험성평가 결과에서 유해위험요인 항목 수는 총 2,426건이다. 이 중 1,598건은 재평가를 하지 않았으며, 따라서 남은 828건은 재평가를 실시한 건이다.

재평가를 완료한 828건 중에서 235건은 재평가 시 발생가능성과 심각성 점수가 표기되지 않고, 위험성 점수만 표기되었다. 위험성 점수는 발생가능성과 심각성의 곱으로 계산되기 때문에, 위험성 점수만 있을 경우 이는 정기 위험성평가 결과의 발생가능성과 심각성 점수와 비교할 수 없다.

2023년 5월 22일에 발간된 사업장 위험성평가에 관한 지침서에 따라 위험성평가 방법이 변경되었다. 기존에는 발생가능성과 심각성을 조합한 빈도·강도법을 사용하였으나, 위험성의 크기를 수치로 계산하는 것이 어렵다는 의견을 반영하여 2023년 개정된 고시에서는 위험성의 크기를 계산하지 않고도 위험성평가를 실시할 수 있도록 하였다. 따라서 2023년 실시한 194건의 경우, 발생가능성 점수와 결과의 심각성 점수가 표기되지 않은 이유는 이와 같이 변경된 평가 방법 때문으로 추정된다. 반면 2022년에 발생한 41건의 표기 누락 이유는 알 수 없다.

따라서 정기 위험성평가와 개선 후 재평가 한 위험성평가에서 발생가능성 점수와 결과의 심각성 점수가 있는 총 593건에 대하여 <표 44>와 <표 45>을 비교하여 결과의 심각성에 따른 유해위험요인 항목 변화를 분석하였다.

〈표 44〉 심각성·가능성 점수 보유한 정기평가 유해위험요인 항목 수(%)

구분		결과의 심각성				계
		1	2	3	4	
발 생 가 능 성	5	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	5 (7.9)	5 (0.8)
	4	0 (0.0)	13 (4.7)	7 (5.1)	3 (4.8)	23 (3.9)
	3	3 (2.5)	12 (4.4)	24 (17.4)	41 (65.1)	80 (13.5)
	2	66 (55.9)	105 (38.3)	31 (22.5)	7 (11.1)	209 (35.2)
	1	49 (41.5)	144 (52.6)	76 (55.1)	7 (11.1)	276 (46.5)
계		118 (100.0)	274 (100.0)	138 (100.0)	63 (100.0)	593 (100.0)

재평가 후 위험성평가의 유해위험요인 분포는 〈표 45〉과 같이 나타났다. 정기평가에서 심각성 4의 총계는 63건이었고, 재평가에서는 51건이었다. 이는 정기 위험성평가 대비 약 19% 감소한 것이다. 심각성이 4이고 발생가능성 3인 경우 65.1%에서 19.6%로 약 75.5% 감소하였다.

반면 〈표 46〉와 같이 발생가능성 1과 심각성 1은 오히려 증가하였는데 이는 심각성이 높은 점수에서 낮은 점수로 이동한 결과로 확인된다. 이와 같이 재평가 후 위험성평가 결과에서 심각성 및 발생가능성이 실제 낮은 수준으로 변화하였다면 이것은 개선 조치가 적절하게 이루어진 것으로 볼 수 있다.

〈표 45〉 심각성·가능성 점수 보유한 재평가 유해위험요인 항목 수(%)

구분		결과의 심각성				계
		1	2	3	4	
발 생 가 능 성	5	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)	0 (0.0)
	4	0 (0.0)	1 (0.4)	0 (0.0)	2 (3.9)	3 (0.5)
	3	3 (1.7)	3 (1.2)	4 (3.6)	10 (19.6)	20 (3.4)
	2	51 (29.7)	47 (18.1)	19 (17.1)	7 (13.7)	124 (20.9)
	1	118 (68.6)	208 (80.3)	88 (79.3)	32 (62.7)	446 (75.2)
계		172 (100.0)	259 (100.0)	111 (100.0)	51 (100.0)	593 (100.0)

〈표 46〉 정기 위험성평가와 재평가 후 유해위험요인 변화율(%)

결과의 심각성	정기 위험성평가	후속 위험성평가	변화 건수	변화율	
4	63 (100.0)	51 (81.9)	12	(19.1)	감소
3	138 (100.0)	111 (80.4)	27	(19.6)	감소
2	274 (100.0)	259 (94.5)	15	(5.5)	감소
1	118 (100.0)	172 (145.8)	54	(45.8)	증가

정기 위험성평가에서의 심각성과 발생가능성의 점수가 재평가 결과에서 어떻게 변화하였는지 확인한 결과 〈표 47〉과 같이 나타났다. 가장 허용 불가능한 위험을 보유할 가능성이 높은 심각성 4를 예를 들어 설명하면 심각성 4로 평가된 건수는 총 619건이다. 심각성이 4이고 발생가능성이 5로 평가된 20건 중 15건은 심각성과 발생가능성 변화가 없었다. 나머지 5건 중 3건은 발생가능성이 감소하였고, 나머지 2건은 심각성과 발생가능성이 모두 감소한 것으로

나타났다.

심각성 4이고 발생가능성 4로 평가된 58건 중 55건은 심각성과 발생가능성의 변화가 없었으며, 모두 감소한 건이 3건이었다.

심각성 4이고 발생가능성 3은 115건 중 77건은 변함이 없었으며, 심각성은 동일하나 발생가능성이 감소한 건이 25건, 심각성과 발생가능성이 모두 감소한 건은 11건으로 확인되었다. 115건 중 1건은 심각성과 발생가능성 점수가 평가 결과에 기재되어 있지 않아 확인이 불가하였다.

재평가 후 오히려 가능성이 3에서 4로 증가한 건도 확인되었다. 내용을 확인 결과, 해당 사업장은 육가공 제조업으로 정기 위험성평가 시 가공 기기의 콘센트가 외부에 노출되어 있어 작업 과정에서 물을 자주 사용함에 따라 감전 위험이 크다고 판단하여 3점으로 판단하였다. 이를 해결하기 위해 콘센트 덮개를 설치하였으나, 개선 후 위험성평가에서 콘센트 덮개 설치로 인해 오히려 콘센트가 과열될 가능성이 생겨 화재 발생가능성이 증가할 것으로 판단하였다. 그리고 생산량 증가로 인하여 전기 설비 사용 빈도도 높아진 것도 하나의 원인으로 보았는데 이는 전기 설비에 더 큰 부담을 주게 되어 고장이나 결함 발생가능성도 증가할 것으로 보고 사고 발생가능성을 3에서 4로 가능성의 크기를 변경하여 평가한 것으로 확인하였다.

위 사례와 같이 작업환경은 새로운 장비가 도입되거나, 작업방식이 바뀌면서, 작업량이 늘면서 확인하였던 위험요소는 줄어들고, 새로운 위험요소가 생길 수 있다. 또는 처음에는 발견되지 않았던 위험 요인이 시간이 지남에 따라 나타날 수 있다.

실제 작업 조건과 환경에서는 새로운 위험 요인의 발생과 기존 위험 수준의 변화, 기술 발전 등을 이유로 인해 주기적으로 평가하는 것이 필수적이다. 자원을 효율적으로 배분하여 우선적으로 해결해야 할 위험 요소를 식별하고, 이를 효과적으로 활용해야 한다. 개선 조치를 취한 후에도 예상치 못한 새로운 위험이 추가로 발생할 수 있으므로, 반드시 개선 후에도 정기적인 재평가를 통하여 잠재적인 사고를 예방하는데 기여한다. 재평가 후 위험성평가를 실시하여 심각성이 변화한 건들의 유해위험요인항목을 확인한 결과 <표 48>과 같다.

〈표 47〉 재평가 후 위험성평가 결과 점수 변화 현황 분석

정기 위험성평가			재평가 후 위험성평가 결과								계
심각성	가능성	계	변화 없음	감소			증가	확인 불가	심각성감소 가능성증가	심각성증가 가능성감소	
				가능성	심각성	동시	가능성				
4	5	619	15	3	—	2	—	—	—	—	20
	4		55	—	—	3	—	—	—	—	58
	3		77	25	—	11	1	1	—	—	115
	2		199	6	1	3	—	—	—	—	209
	1		201	—	9	—	—	—	7	—	217
3	5	521	3	—	—	—	—	—	—	—	3
	4		19	5	—	2	—	1	—	—	27
	3		42	12	1	7	—	—	—	—	62
	2		183	19	1	8	—	16	—	—	227
	1		148	—	19	—	—	33	2	—	202
2	5	801	8	—	—	—	—	—	—	—	8
	4		12	10	—	—	—	1	—	2	25
	3		41	1	—	10	—	12	—	—	64
	2		226	37	—	35	—	33	—	3	334
	1		296	—	15	—	—	59	—	—	370
1	5	485	20	1	—	—	—	—	—	—	21
	4		—	—	—	—	—	—	—	—	0
	3		34	1	—	—	—	—	—	1	36
	2		129	33	—	—	—	22	—	1	185
	1		191	—	—	—	—	52	—	—	243
계	—	2,426	1,899	156	46	78	1	230	9	7	2,426

〈표 48〉 재평가 후 심각성이 변화된 유해위험요인 항목

정기위험성평가		유해위험요인 (항목 수)
심각성	가능성	
4	5	미끄러짐(2)
	4	부딪힘(2), 떨어짐(1)
	3	물체에 맞음(5), 작업도구(2), 부딪힘(1), 감전(1), 질식·산소결핍(1), 불균형 무리한 작업자세(1)
	2	부딪힘(3), 감전(1)
	1	감전(4), 작업도구(3), 끼임(2), 에어로졸(1), 미스트(1), 분진(1), 질식·산소결핍(1), 중량물취급(1), 안전통로(1), 떨어짐(1)
3	5	해당없음
	4	바이러스(1), 이상온도(1)
	3	부딪힘(3), 피부 흡수(2), 조명(1), 안전통로(1), 기타작업환경(1)
	2	부딪힘(3), 걸림(1), 화재(1), 작업자 실수(1), 질식·산소결핍(1), 기타작업특성(1), 안전통로(1)
	1	기타작업환경(8), 감전(3), 조명(2), 물체에 맞음(1), 떨어짐(1), 충격(1), 가스(1), 소음(1), 이상온도(1), 작업공간(1), 끼임(1)
2	5	해당없음
	4	절단베임긋힘(1), 단순반복(1)
	3	부딪힘(1), 화재(1), 작업자 실수(1), 넘어짐(1)
	2	기타작업환경(5), 안전통로(4), 떨어짐(3), 기타작업특성(3), 물체에 맞음(2), 불균형 무리한 작업자세(2), 이상온도(2), 조명(2), 보호구(2), 넘어짐(2), 부딪힘(2), 감전(2), 작업시간(1), 화재(1), 미스트(1), 분진(1), 흡입(1), 중량물취급(1), 미끄러짐(1)
	1	질식·산소결핍(3), 기타작업환경(3), 감전(2), 미끄러짐(2), 미스트(1), 분진(1), 조명(1), 보호구(1), 부딪힘(1)
1	5	해당없음
	4	해당없음
	3	작업자실수(1)
	2	야외작업(1)
	1	해당없음

3) 정기 위험성평가 실시 후 개선대책 선정 분포

심각성 점수에 따른 개선 대책을 공학적, 행정적·관리적, 보호구 항목으로 분류하여 확인한 결과는 <표 49>와 같다. 개선대책은 행정적·관리적 대책이 552건(66.7%), 보호구 착용은 48건(5.8%), 공학적 대책은 45건(5.4%)순이었다.

대부분의 사업장에서 행정적·관리적 대책을 개선대책으로 선호하고 있음을 알 수 있으며 주요 내용은 안전교육 및 훈련, 작업 절차 및 지침 마련, 정기적인 점검과 모니터링, 근로자 참여, 안전 문화 활동 등이었다.

공학적 개선대책의 경우 전체 개선 대책 중 가장 낮은 비율을 차지하고 있으나, 심각성 점수가 높을수록 공학적 대책을 선택하는 비율이 높아지는 경향이 확인되었다. 공학적 대책 주요 내용은 안전장치 설치, 자동화 시스템 도입 등이었고 개선 대책을 알 수 없는 경우도 22.1%로 확인되었다. 이는 개선 대책의 선택 및 실행 과정에서의 기록이나 관리를 체계적으로 하고 있지 않아 확인이 어려운 것으로 추정된다.

<표 49> 심각성 점수별 개선 대책에 따른 유해위험요인 항목 수(%)

구분		개선 대책				계
		공학적	행정적· 관리적	보호구	알 수 없음	
심각성	4	13 (20.3)	50 (78.1)	1 (1.6)	0 (0.0)	64 (100.0)
	3	18 (9.6)	129 (68.6)	13 (6.9)	28 (14.9)	188 (100.0)
	2	13 (3.4)	265 (69.9)	23 (6.1)	78 (20.6)	379 (100.0)
	1	1 (0.5)	108 (54.8)	11 (5.6)	77 (39.1)	197 (100.0)
계		45 (5.4)	552 (66.7)	48 (5.8)	183 (22.1)	828 (100.0)

제 5 절 위험성평가 방법 및 제도적 개선 방안

1) 배경 및 필요성

위험성평가는 국내외에서 널리 사용되는 기법으로, 특정 사업장에서 실시한 일부 위험성평가 결과자료를 분석하여 전체적인 개선 방안을 도출하는 것은 무리가 있다. 따라서, 사업장에서 실시한 위험성평가 결과를 바탕으로 위험성평가 방법이나 제도를 개선하는 것보다는, 사업장에서의 절차나 방법을 개선하는 것이 더 올바른 접근일 수 있다. 본 연구에서 위험성평가 방법 및 제도적 개선 방안을 살펴보고자 하는 것은, 위험성평가 방법과 제도를 근본적으로 개선하기 위함이 아니라, 사업장에서 위험성평가를 실시할 때 본래의 취지와 목적을 잘 달성할 수 있도록 도움을 주기 위함이다. 모든 산업안전보건 법이나 제도가 그러하듯, 위험성평가의 목적도 사고를 예방하고 근로자의 건강을 보호하는 데 있다.

본 연구를 진행하면서 분석한 사업장의 위험성평가 결과 자료에서 다음과 같은 몇 가지 문제점이 발견되었다.

첫째, 사업장에서 실시하고 있는 위험성평가 결과, 저위험 요인을 지나치게 많이 평가하는 경향이 있었다. 위험도를 20점 만점으로 평가한 결과, 6점 이하의 저위험으로 분류된 항목이 전체 2,426건 중 1,900건으로 약 78.3%를 차지하고 있었다. 반면, 16점 이상의 고위험 요인으로 평가된 항목은 78건으로 전체의 약 3.2%에 불과하였다. 이는 사업장의 유해위험요인이 대부분 잘 관리되고 있기 때문일 수도 있지만, 불필요하거나 별로 위험하지 않은 요인을 너무 과다하거나 의도적으로 위험도 점수를 낮게 평가한 경우가 더 많을 것으로 추정된다. 불필요한 요인을 과다하게 평가하는 이유는 위험성평가가 법적 의무화 되어 있으므로, 사업장에서 위험성평가 실시 여부는 산업안전감독의 중점 점검 대상이 된다. 중대재해처벌법에서도 사업주가 위험성평가를 제대로 실시했는지 여부는 중요한 사안이다. 또한 최근 정부는 자율 안전을 강조하면서 위험성평가 실시를 중요한 정책적 과제로 추진하고 있다. 따라서 사업장에서는 위험성평가를 반드시 실시해야 하며, 그 내용이 너무 부실하면 안

된다는 부담을 가지고 있다.

위험성평가를 부실하게 했는지 여부를 판단하는 기준으로 가장 확실한 것은 특정 요인을 포함했는지 누락했는지에 관한 것이다. 위험도는 다소 주관적이고 명백하게 높거나 낮다고 하기 어렵다. 동일한 요인에 대해서도 사람마다 위험도를 다르게 평가할 수 있다. 즉, 위험도를 잘못 평가했기 때문에 위험성평가를 부실하게 했다는 것은 상당한 논란의 여지가 있다. 반면, 누락은 변명의 여지가 없다. 따라서 사업장 입장에서는 법이나 규정에 위반됐다거나 위험성평가를 부실하게 실시했다는 비판으로부터 벗어나기 위해서는 사소한 요인이라도 모두 포함시키는 것이 안전하다. 그래서 사업장에서는 일단 위험성평가 요인으로 추가할 만한 항목은 모두 포함시키려는 경향이 있다. 이러한 요인들은 대부분 위험성이 높지 않으며, 설령 실제 위험성이 크다고 해도 낮게 평가하면 그만이기 때문이다. 즉, 사고 예방을 위한 진정성 있는 위험성평가의 실행보다는 법적 기준에 따른 위험성평가의 실행 그 자체에 초점이 맞춰질 수밖에 없는 구조이다(서술이, 2024).

그러나 위험성평가의 본래 취지나 목적, 특히 중대재해 예방측면에서 보면 사소한 요인까지 모두 위험성평가를 할 필요는 없다. 위험성평가 결과가 6점 이하인 요인들은 실제로 위험성평가를 하여 얻는 이익이나 효과도 거의 없다. 오히려 이러한 요인들 때문에 정말 중요한 요인이나 위험한 요인들을 제대로 파악하는 것이 소홀해질 수도 있다.

둘째, 위험성평가를 실시할 때, 주로 각 요인에 대하여 심각성(4점 척도)과 발생가능성(5점 척도)의 점수 위주로 평가하고 있었다. 점수 위주로 평가하면 위험성평가 결과로는 왜 그러한 요인들의 심각성이 높게 또는 낮게 평가되었는지 알기 어렵다. 위험성평가의 목적이 단순히 위험성을 평가하는 것, 자체가 아니고, 고위험 요인을 식별하여 그 위험 요인을 개선하거나 잘 관리하여 사고나 직업병이 발생하지 않도록 하기 위함이다. 따라서 위험성평가를 통하여 예방효과를 얻기 위해서는 위험성평가를 통하여 어떤 위험요인이 구체적인 어떤 세부요인 또는 이유로 위험성이 높은지 또는 낮은지 그 이유와 근거를 파악하는 것이 좋다. 그리고 그 이유와 근거는 위험성평가 자료에 문서상으로 남아 있어야 해당부서나 작업자 또는 관리자가 개선대책이나 관리방

안을 마련하거나, 최소한 그 요인과 관련된 작업을 할 때 주의를 기울이는 등, 이해당사자가 산재예방에 참여할 수 있다. 즉 위험성평가는 간단히 하더라도 위험도가 높은 부분은 그 이유와 내용을 좀 더 상세히 기록해 놓아야 위험성평가 결과가 산재예방에 효과적으로 활용될 수 있을 것이다.

셋째, 중요한 중대위험요인이 누락되는 경우가 많다는 것이다. 특히 사고가 발생하지는 않지만 한번 발생하면 자칫 대형 참사로 이어질 수 있는 화재나 폭발과 같은 사고위험요인은 적어도 모든 사업장에서 1년에 1번 이상은 위험성평가를 하도록 하는 것이 바람직할 것이다.

본 연구에서 업무상 사망사고와 같은 중대재해를 일으키는 요인 중에서 쉽게 보이거나 익숙한 유해위험요인에 대해서는 대부분 위험성평가에 포함하는 것으로 나타났다. 즉, 일상생활에 빈번하게 발생하는 경미한 사고나 누구나 흔히 경험하는 아차사고와 관련된 요인은 대부분 위험성평가 항목에 포함된 것으로 나타났다. 이러한 요인들이 눈에 잘 띄고 빈번하게 발생하며, 상대적으로 관리와 예방방법도 잘 알고 있기 때문인 것으로 보인다. 그러나 화학물질 누출, 화재, 폭발, 파열과 같이 다수의 인명 피해를 일으킬 수 있는 요인들은 그 특성상 눈에 보이지 않고 자주 발생하지도 않는다. 따라서 많은 사업장에서 위험성평가 자체를 하지 않는 것으로 나타났다. 이러한 요인들은 비록 빈번하게 발생하지는 않지만 일단 발생하면 매우 심각한 결과를 초래할 수 있다. 따라서 최소한 정기적인 위험성평가를 실시할 때는 주요 중대위험요인에 대해서는 필수적으로 위험성평가를 실시하도록 하는 것이 필요한 것으로 나타났다.

이번 연구에서 화재 및 폭발은 높은 위험성에도 불구하고, 총 2,426건의 위험성평가 항목 중 화재는 61건으로 2.5%에 불과하였으며, 폭발은 단 2건만 평가가 이루어져 0.1%에 불과한 것으로 나타나, 많은 사업장에서 화재나 폭발에 대한 위험성은 간과하고 있음을 알 수 있었다. 물론 이번 연구의 조사대상 사업장은 화재위험이 낮거나 거의 없기 때문일 수도 있지만, 화재는 업종과 규모를 불문하고 항상 발생할 수 있으며, 자칫하면 대형 참사로 이어질 수 있으므로 연1회 또는 반기마다 위험성평가를 실시할 때마다 반드시 위험성평가를 실시하도록 제도화하는 것을 검토할 필요가 있는 것으로 나타났다.

2) 위험성평가의 문제점과 개선 방안

본 연구에서 나타난 문제점 중에서 다음 2가지 문제점에 대하여 이를 개선하기 위한 방안을 강구해 보았다.

첫째, 위험성평가를 점수 위주로 실시하여 그 근거나 구체적인 사항이 없거나 미흡한 점을 보완하기 위하여 평가를 실시한 주요 근거나 이유를 기입하도록 하는 방법이다.

둘째, 중대한 재해를 일으킬 수 있는 주요 요인이 누락되는 점을 방지하기 위해 모든 위험성평가에 업종별로 10대 유해위험요인은 반드시 평가하도록 하는 것이다.

가) 위험성평가의 근거를 기입하도록 하는 방안

이것은 현재의 위험성평가가 점수 또는 ‘고-중-저’와 같은 평가방식으로 위험성평가 이후 결과는 주로 결론만 나와 있는 상태이다. 따라서 위험성평가 결과자료만 가지고는 어떤 위험요인이 왜 높은지, 또는 낮은지 알기가 어렵다. 위험성평가도 기록, 관리가 잘못되면 그 작동성이 제한적이며 무엇이 잘못되었는지 알아내기가 힘들 것이다(변현석, 2023).

위험성평가는 주요 위험요인을 파악하고 이를 개선하거나 안전하게 관리하기 위하여 실시한다. 대부분의 위험은 완전히 제거하기도 어렵고 현실적으로 위험도를 낮추는 것도 한계가 있다. 따라서 현실적으로 위험성이 높은 작업이나 요인에서 사고나 직업병을 예방하기 위해서는 그 작업이나 요인을 지속적으로 관리해야 한다. 더구나 어떤 요인에 대하여 왜 위험성이 높다고 판단했는지 그 근거가 있다면 개선해야 할 점과 목표가 훨씬 더 명확해질 것이다. 이것은 작업장의 안전 확보와 지속적 개선을 하는데 출발점이 될 것이다.

위험성평가의 기본은 자율관리이며, 전문가가 아닌 사업장에서 일하는 당사자들의 주체가 되어 실시하는 것이 기본이다. 따라서 일정하게 통일된 양식이나 형식을 만드는 것은 위험성평가의 기본적인 취지나 원리에 맞지 않을 것이다. 그러나 다양한 업종과 규모에 맞는 다양한 가이드라인을 만들고 제공하는 것은 필요할 것이다. 다만, 이러한 가이드라인과 같은 것을 개발하고 만드

는 것은 본 연구범위를 벗어나기에 여기에서는 방향만 제시하고자 한다.

다만, 그 방향을 설명하기 위해 하나의 예를 든다면 다음과 같다. 예를 들어 위험성에 대한 근거나 내용을 상세히 기재하는 방법으로 <표 50>에서 떨어짐(추락)의 예로 살펴본 바와 같이, 심각성과 발생가능성에 영향을 주는 요인을 선택하도록 하고, 그 내용을 간략히 기록하도록 한다.

<표 50> 떨어짐(추락) 사고의 심각성 및 발생가능성 요인 분석

심각성에 영향을 주는 요인		발생가능성에 영향을 주는 요인	
추락높이	· 1미터 미만 (위험 낮음) · 1-3미터 (위험 중간) · 3미터 이상 (위험 높음)	개구부 관리	· 보호 장치 설치 (위험 감소) · 보호 장치 미설치 (위험 증가)
바닥표면	· 흙, 모래 (부드러움) · 콘크리트 (단단함)	작업자 경력	· 많음 (위험 감소) · 부족 (위험 증가)
보호 장비 착용	· 착용 (위험 감소) · 미착용 (위험 증가)	교육수준	· 이수 (위험 감소) · 미 이수 (위험 증가)

심각성에 가장 큰 영향을 미치는 요인은 추락 높이이다. 예를 들어 1미터 미만의 높이에서의 추락은 경미한 부상으로 끝나지만 3미터 이상의 높은 곳에서의 추락은 매우 심각한 부상을 초래할 가능성이 높다. 이러한 추락 높이의 차이는 신체가 받는 충격의 정도를 결정하며 심각성에 직접적인 영향을 미친다. 바닥 표면의 특성도 부드러운 소재일 경우 충격을 흡수하여 부상의 심각성을 줄일 수 있지만 단단한 표면은 충격을 흡수하지 않고 신체가 그대로 전달받아 부상의 심각성이 크게 증가하게 된다. 보호 장비를 착용하면 추락 시 부상의 위험을 줄일 수 있지만 착용하지 않으면 치명적인 부상으로 이어질 수 있다. 발생가능성에 영향을 미치는 중요한 요인은 개구부의 관리 상

대로 개구부에 적절한 보호 장치가 설치되어 있는 경우에는 추락 발생가능성이 크게 감소하지만 보호 장치가 없다면 사고가 발생할 가능성이 높아진다. 작업자의 경력 또한 중요한 요인으로 경험이 풍부한 작업자는 위험을 인지하는 능력과 대응이 더 빠를 수 있으나 신규 입사자나 경험이 부족한 작업자는 사고 발생가능성이 높아진다. 교육 수준 또한 교육을 통하여 위험요소를 잘 인식하고 있는 경우와 제대로 인식하지 못하는 경우에도 사고 발생가능성은 다르게 나타날 것이다. 결과적으로 추락 사고의 심각성과 발생가능성에 영향을 줄 수 있는 요인들을 고려하는 것이 중요하고, 각 요인을 선택한 이유도 명확하게 기재하여 관리한다면, 위험성평가 또한 효과적으로 수행될 수 있을 것으로 기대한다.

나) 10대 필수 위험성평가 항목을 지정하는 방안

대부분의 중대재해는 사전에 유해위험요인과 취약점을 파악하고 적절하게 관리하면 충분히 예방이 가능하다. 그러나 사업장에서 위험성평가를 실시할 때, 의외로 중대재해를 유발하는 유해위험요인을 제대로 인식하지 못하고 누락하거나 그 위험성을 과소평가하는 경향이 있다. 눈에 쉽게 띄거나 아차사고 등이 자주 발생하는 요인은 위험성평가 항목으로 포함시킬 가능성이 높지만, 평상시 사고가 잘 발생하지 않는 요인은 위험요인으로 인식하지 못하고 간과하기 쉽기 때문이다.

이번 연구에서 문제점으로 나타난 중대재해 유해위험요인의 누락에 대한 개선대책으로 반드시 위험성평가를 실시해야 하는 10대 중대재해 위험요인에 대해서는 반드시 위험성평가를 실시하도록 제도화 방안의 도입을 검토하는 것이 필요하다고 판단되었다. 구체적으로 정기 위험성평가를 실시할 때 업종별로 10대 중대재해의 원인이 되는 유해위험요인의 존재, 또는 발생가능성 여부와 만약 사고발생시 최소한의 조치에 관한 체크리스트 정도는 반드시 부착하도록 한다면, 위험성평가가 중대재해 감소에 크게 기여할 것이다.

구체적인 방안으로, 모든 사업장에서 실시하는 정기 위험성평가에는 중대재해를 일으키는 10대 핵심요소인 떨어짐, 끼임, 부딪힘, 장외교통, 물체에 맞음, 깔림 뒤집힘, 무너짐, 화재, 폭발, 넘어짐, 감전에 대해서는 반드시 위험성

평가를 실시하도록 하는 것이다. 또는 업종별로 주요 중대재해 또는 10대 재해 요인에 대하여 위험성평가 항목을 지정할 수도 있을 것이다.

이와 같은 중대재해 유해위험요인은 결과가 발생하면 매우 중대한 결과를 초래할 것이므로 심각성은 별도로 평가할 필요가 없다. 발생가능성도 워낙 낮은 것이 많으므로 점수로 평가한다는 것도 큰 의미가 없을 수 있다. 예를 들어, 중대재해는 자주 발생하는 것이 아니므로, 대부분 발생가능성은 1점으로 평가될 것이다. 따라서 점수로 위험도를 평가하면 위험도는 4x1로 4점이 되어 저위험으로 평가되는 결과를 낼 것이다. 따라서 중대재해 위험은 기존의 점수부여 방식의 위험성평가보다는 <표 51>에서 제시한 바와 같이 주요 재해 요인별 체크리스트를 통한 위험성평가 방식이 더 적절할 것으로 보인다.

본 연구에서는 기존의 위험성평가 결과자료 분석을 통하여 현재 실시되고 있는 위험성평가의 현황과 문제점 및 취약점을 파악한 결과, 중대재해 위험요인이 구조적으로 누락되고 있다는 것을 밝혀냈고, 그 개선대책으로 필수 위험성평가 항목을 반드시 포함하도록 하는 제도 개선방안을 제시할 수 있었으나 구체적으로 필수항목과 체크리스트 등에 대해서는 본 연구에서 수행할 수 없었다. 지금까지 특정 업종이나 특정 작업 및 특정 위험요인에 대한 위험성평가 체크리스트를 개발하거나 제시된 적은 있으나 일반적인 위험성평가용으로 주요 위험에 대하여 반드시 체크해야 할 보편적인 체크리스트는 제시된 바가 없다(형성한, 2023). 향후 이러한 것에 대한 추가적인 후속 연구가 필요하다고 생각한다.

〈표 51〉 중대재해 위험요인 필수 체크리스트

요인	위험 요인	체크리스트	관리 방안
무너짐	1. 작업 전 준비	☐ 건물 및 구조물 결함. 부식 ☐ 과도한 하중 예방	(1) 지반 변형 여부 및 구조적 이상 유무 점검 (2) 정기적인 구조물 상태 안전성 점검
	2. 작업환경	☐ 지반의 안정성 확보, 물의 침투 여부 ☐ 지반 보강 공법 적용 상태 점검	(1) 지반의 안정성 확보, 물의 침투 여부 (2) 정기적인 지반 안정성 평가
	3. 관리대책	☐ 임시 지지 구조물의 설계 기준 준수 여부 확인 설치 후 안정성 점검 ☐ 정기 점검	(1) 즉시 재설치 및 보강 (2) 사용 전후 정기적인 안전 점검
화재	2. 작업 전 준비	☐ 인화성/가연성 등 위험 물질 파악 및 관리 ☐ 배선 손상 여부 점검 ☐ 배전반 및 전기 패널 청결 상태 유지	(1) 화재 방지 시스템 설치 (2) 화학물질 분리 및 보관 (3) 작업구역 내 불꽃이나 고온 장비 두지 않도록 방지
	2. 작업환경	☐ 인화성/가연성 등 물질의 보관 장소 확인 ☐ 인화성물질 취급 절차 취급 준수 여부 확인 ☐ 소화 장비 정상 작동 여부 ☐ 정전기 방지	(1) 화재 위험 물질 파악 관리 (2) 소화 장비 점검 실시 및 작동 법 숙지 (3) 인화성물질 취급 시 통풍 (4) 환기시스템 가동 여부
	3. 관리대책	☐ 소화기 작동상태 점검 및 유효기간 확인 및 교체 ☐ 화재경보 시스템 정상작동 여부 확인 ☐ 비상 대피로 확인	(1) 화재 경보 시스템 점검 및 정상 작동 여부 확인 (2) 이상 조치 발견 시 즉시 수리 (3) 비상구 위치와 비상대피 경로 숙지

요인	위험 요인	체크리스트	관리 방안
폭발	1. 작업 전 준비	☐ 위험물질 파악 및 관리 ☐ 작업계획서 안전계획서 작성	(1) 작업 구역 내 위험요소 파악하고 안전하게 보관 및 관리 (2) 작업 계획서와 안전 계획서 작성
	2. 작업 환경	☐ 작업 구역 내 인화성 물질 제거 ☐ 폭발 방지 장치 설치 및 작동 상태 점검	(1) 작업 구역 내 인화성 물질 제거 (2) 누출 발견 시 즉시 수리 및 교체
	3. 위험물질취급	☐ 폭발성 물질 취급 절차 준수 여부 확인 ☐ 폭발 방지 시스템 설치 및 작동	(1) 관련 규정 및 안전 절차 준수 여부점검 (2) 절차 미 준수 시 즉시 시정
감전	1. 작업 전 준비	☐ 전원 차단 절차(Lockout/Tagout) ☐ 작업 구역 내 위험요소 사전 파악 ☐ 작업 구역의 전기 설비 상태 점검	(1) 작업 전 모든 작업 계획서와 안전 계획서를 작성 공유 (2) 작업 전 전원을 차단하고, Lockout과 Tagout 절차 준수 (3) 전기 설비의 노후화 상태 확인 (4) 현장 점검으로 위험 요소 식별하고 제거 (5) 정기적 전기 설비 점검 및 유지보수
	2. 작업환경	☐ 작업 구역 물기/습기 확인 ☐ 작업 구역 적절한 조명 제공 ☐ 작업구역 감전 방지 장치 설치 여부	(1) 작업구역 물기와 습기 제거 (2) 충분한 조명 제공 (3) 절연 매트 등 감전 방지 장치 설치
	3. 전원 차단 및 확인	☐ 작업 전 전원 차단 여부 확인 ☐ 전원 차단 상태 확인 시 장비 활용 ☐ 전원 차단 후 잔류전기 확인 실시	(1) 전원 차단 후 테스트 장비로 확인 (2) 정기적인 점검으로 잔류 전기 여부 확인하고 제거

제 4 장 결 론

본 연구는 사업장에서 실시하는 위험성평가의 실효성을 제고하기 위하여, 무작위로 61개 사업장으로부터 2021년부터 2023년까지 실시한 위험성평가 결과자료를 취합하였다. 자료가 취합된 사업장은 제조업이 17개소, 기타의 사업이 31개소, 건설업이 8개소, 그 외 운수창고통신업이 3개소, 그리고 광업과 전기가스수도업이 각각 1개소였다. 이 자료를 가지고 사업장별로 어떤 유해위험요인을 평가하였는지, 어떤 유해위험요인들이 심각성과 발생가능성에서 높게 또는 낮게 평가되었는지, 평가된 유해위험요인들은 업무상 사고나 업무상 재해가 높은 요인들과 상관관계가 있는지 등을 분석하였다. 이러한 분석을 통하여 향후 위험성평가 실효성을 높이기 위한 개선방안을 강구하였다. 이 연구를 통하여 얻은 결과는 다음과 같다.

첫째, 총 61개 사업장에서 취합한 위험성평가는 심각성과 발생가능성을 5x4점 척도로 하여 위험성을 평가하는 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템(KRAS)에 기반으로 하여 실시한 것이었다. 총 61개 사업장에서 취합한 위험성평가 자료에서 확인된 항목 수는 총 2,462개였다. 이 중에서 고위험(16~20점)으로 평가된 항목 수는 78개(3.2%), 중위험(7~15점)으로 평가된 항목 수는 448개(18.5%), 저위험(1~6점)으로 평가된 항목 수는 1,900개(78.3%)로 나타나 대부분 6점 이하의 저위험에 대하여 위험성평가 항목 수를 실시하고 있는 것으로 나타났다.

둘째, 위험성평가에 나타난 유해위험요인의 종류는 68개로 매우 다양한 것으로 나타났다. 한편 한국산업안전보건공단의 위험성평가 시스템(KRAS)에는 43개의 유해위험요인을 예시로 제시하고 있다. 사업장에서는 이보다 25개가 더 많은 유해위험요인에 대하여 위험성평가를 실시한 것으로 나타났다. 이것은 사업장에 매우 다양한 위험요인이 있다는 것을 의미할 수도 있지만, 위험성평가를 실시한 2,462개 항목 중에서 저위험이 78.3%를 차지하는 것으로 미루어 볼 때 그다지 중요하지 않은 요인을 모두 유해위험요인으로 하여 위험성을 평가한 것으로 볼 수도 있다. 심지어는 위험성이 1인 항목도 매우 많

았다

셋째, 위험성평가 자료에서 나타난 유해위험요인의 빈도와 우리나라 산재통계상의 업무상 사망 빈도 또는 업무상 재해빈도와 의 상관관계는 매우 낮게 나타났다. 즉 위험성평가는 주요 업무상 사고 사망요인이나 재해요인과 무관한 요인에 대해 많이 평가하고 있었다.

넷째, 보건안전별 심각성 분석 결과, 안전 요인에 대한 평가 건수가 많았으며, 심각성은 업종별로 다양하게 나타났다. 건설업의 경우 산업재해 다발 업종임에도 불구하고 심각성 4점으로 평가된 항목이 없었다. 보건 요인의 경우 신체 부담 작업 관련 요인의 비율이 가장 높았으며, 규모별로는 소규모 사업장의 심각성 4점 비율이 중소규모 및 대규모 사업장보다 상대적으로 높았다.

다섯째, 위험성평가는 정기적으로 실시되었으나, 총 2426건 중 1,598건(65.9%)는 개선 조치를 시행하지 않았다. 위험성평가를 통하여 작업환경을 개선하고 산업재해를 예방하는 것임에도 불구하고, 평가만으로 그치고 실제 개선조치가 이루어지지 않아 언제라도 사고 발생으로 이어질 가능성이 굉장히 높다. 또한 평가 자체의 효용성도 떨어 질 수 있음을 의미한다. 개선 조치 후 심각성과 발생가능성 변화 추이를 확인한 결과 심각성이 감소하고 발생가능성이 증가한 경우 0.4%, 심각성이 증가하고 발생가능성이 감소한 경우 0.3%로 확인되었다. 이는 개선 조치가 충분히 이행되지 않았음을 의미할 수 있으며 개선의 효과성을 높이기 위하여 지속적인 모니터링과 실질적인 작업환경 개선이 필요함을 알 수 있다.

여섯째, 대부분의 사업장은 작업환경 개선에서 행정적·관리적 대책 552건(66.7%)을 선호하였으며, 공학적 개선 대책 45건(5.4%)은 전체 개선 대책 중 가장 낮은 비율을 차지하였으나 심각성 점수로만 보았을 때 심각성 점수가 높을수록 공학적 대책을 선택하는 비율이 높아지는 경향이 확인되었다. 이는 치명적인 위험요인에서는 보다 근본적인 해결책이 필요하다는 인식을 일부 반영하고 있는 것으로 해석된다.

본 연구는 일부 사업장을 대상으로 하였기 때문에 전체 사업장을 대표하기에는 어려운 점이 있으나, 본 연구에서 분석한 위험성평가 결과의 패턴과 경향 그리고 문제점은 다른 사업장에서도 공통적으로 나타날 것으로 추정된다.

왜냐하면 우리나라 사업장에서 실시하고 있는 위험성평가는 외형적으로는 자율관리의 일환인 것이라고 하지만, 현실적으로는 정해진 틀에서 실시해야 하는 명령-통제형 규제로 받아들여지고 있기 때문이다. 이번 연구를 통하여 위험성평가 제도가 실효성을 가지려면 앞으로도 실제 사업장에서 실시한 위험성평가 자료를 바탕으로 개선점을 발굴하고 지속적인 개선방안을 마련하는 것이 필요함이 나타났다.

참 고 문 헌

1. 국내문헌

- 고용노동부. (2023). 『2023 새로운 위험성평가 안내서』. 세종: 고용노동부
- 고용노동부. (2020). 산업재해현황 . 세종: 고용노동부
- 고용노동부. (2021). 산업재해현황 . 세종: 고용노동부
- 고용노동부. (2022). 산업재해현황 . 세종: 고용노동부
- 변현석 (2023). 위험성평가의 운영상 문제점과 실효성 향상방안에 관한 연구
- A 제조업체를 중심으로, 서울과학기술대학교 공학석사 학위논문
- 김인성, 송석진, 조규선 (2023). 제조업 사고분석을 통한 위험성평가 시 위험
가중요인 적용에 관한 연구, 산업진흥연구 8권 4호 pp. 29-36 (2023)
- 박두용, 박종희, 박지순, 박단, 윤재건, 제무성. (2004). 『위험성평가제도의
도입방안에 대한 연구』 산업안전보건연구원
- 서술이 (2024). 위험성평가의 적용 내실화에 관한 연구- A 제조업체를 중
심으로, 서울과학기술대학교 공학석사 학위논문.
- 임종록 (2023). 건설현장 작업자 중심의 위험성평가 시스템 프레임워크 개발,
영남대학교 대학원 석사학위논문.
- 한국산업안전보건공단 (2021). 『위험성평가 지침 해설서』 한국산업안전보건
공단
- 형성한 (2023). 해체공사 위험성평가 체크리스트 개발연구, 경기대학교 공학
대학원, 석사학위논문.

ABSTRACT

A Study on Improving Risk Assessment Methods through the Analysis of Risk Assessment Data from Some Industries

Jeong, Seon-mi

Major in Industrial Hygiene Engineering

Dept. of Mechanical Systems Engineering

The Graduate School

Hansung University

This study was conducted to evaluate risk assessment practices based on risk assessment result data collected from various industries. The risk assessment data conducted in 2021–2023 were collected from 61 workplaces, including 17 manufacturing companies, 31 other businesses, 8 construction companies, 3 transport, warehousing and communication companies, 1 mining and 1 electricity and water industry respectively.

The collected data were analysed for; which hazards were assessed, which hazards were rated high or low for severity and likelihood, and the association between the frequency of hazards assessed in the risk assessment and the rank of fatality and occupational accidents in the

workers' compensation injury data.

The risk assessments at all worksites were conducted based on the KOSHA Risk Assessment System (KRAS), which evaluates risks based on severity and likelihood of occurrence on a 5x4 scoring scheme. The total number of frequency in the risk assessments conducted at 61 worksites was 2,462. Among these, 78 (3.2%) were assessed as high risk (16–20 points), 448 (18.5%) as medium risk (7–15 points), and 1,900 (78.3%) as low risk (1–6 points), indicating that most risk assessments were conducted for low risks of 6 points or less.

The number of hazards in the risk assessment was found 68, which is 25 more than the 43 suggested by the KOSHA Risk Assessment System (KRAS). This could mean that there are a wide variety of risk factors in the workplace, but it could also mean that the risk assessment was conducted using all unimportant factors as hazardous risk factors, as low risk accounted for 78.3% of the 2,462 items in the risk assessment. There are also many items with a risk of 1x1, indicating many unnecessary risk assessments.

Among the 2,426 hazards, 1,631 (67.2%) were categorized into safety areas, 409 (16.9%) into health areas, and 386 (15.9%) could not be categorized due to no record. No correlations were found between the frequency of hazards in the risk assessment data and the fatality or accident rate of Korea's industrial accident statistics.

Among the 2,426 hazards, 828 (34.1%) were recorded the re-evaluation risk score. Improvement measures mainly administrative control such as training workers administrative measures (552, 66.7%). PPEs (48, 5.8%)

and engineering control (45, 5.4%) were mimid. It was simply re-scored for 183 (22.1 per cent) cases without any explanation or record.

The study suggests that improvements are needed to increase the effectiveness of risk assessments, such as shifting the focus to major catastrophic events and requiring assessors to explain the reasons and rationale for their risk assessments.

【Keywords】 Risk Assessment, Risk Assessment Methods