

일일위험지수 기반의 안전관리를 통한 중대재해 감축효과 분석에 관한 연구

강 신 우¹ · 정 중 수^{2*}¹송실대학교 일반대학원 재난안전관리학과 박사과정^{2*}송실대학교 일반대학원 재난안전관리학과 교수

Examining the Effectiveness of Reducing Major Accidents through Safety Management Based on the Daily Risk Index

Shin-Woo Kang¹ · ChongSoo Cheung^{2*}¹Doctoral Course, Department of Business Continuity Management System, University of Soongsil, Seoul 06978, Korea^{2*}Professor, Department of Business Continuity Management System, University of Soongsil, Seoul 06978, Korea

[요 약]

본 논문은 산업현장에서 자율적으로 수행하고 있는 재해예방 관리체계의 중대재해예방을 포함한 재해감축효과를 검토하는 것을 목적으로 한다. 자율적인 재해예방관리체계로서 일일안전지수를 개발하여 활용하고 있는 사례를 조사하고, 관리체계 도입 이전 및 이후의 재해발생 현황을 비교 분석한다. 분석결과 관리체계 도입 이전(7개년)에는 중대재해가 2건(3명 사망)이 발생하였으나, 관리체계를 도입해 운영한 기간(5개년)에는 사망자가 발생하지 않았다. 또한 전반적으로 재해발생 빈도가 감소하는 추세를 보였다. 본 연구에서는 일일위험지수 기반의 안전관리가 중대재해를 예방하는 효과가 있다는 것을 확인하였다. 따라서 일일위험지수 방법을 활용한 선제적 재해예방 관리를 통해 중대재해 예방관리가 가능할 것이다.

[Abstract]

This study examined the disaster reduction effectiveness of a voluntary disaster prevention management system in industrial sites, including the prevention of major accidents. The case of developing and utilizing the Daily Safety Index was investigated as an autonomous disaster prevention management system, and the disaster occurrence status before and after the introduction of the management system was compared and analyzed. The results show that two major accidents (i.e., three deaths) occurred prior to the introduction of the management system (7 years ago), but no deaths occurred after the management system was introduced and started operating (5 years ago), and the overall frequency of accidents decreased. Our study confirmed that safety management based on the Daily Risk Index can prevent major accidents. Therefore, it is possible to prevent major accidents through preemptive disaster prevention management using the Daily Risk Index method.

색인어 : 국가핵심기반, 중대재해, 일일위험지수, 안전점검, 재해예방**Keyword** : Serious Disaster Critical Infrastructure, Serious Disaster, Daily Risk Index, Safety Inspection, Disaster Prevention<http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2023.24.9.2225>

This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Received 31 July 2023; Revised 10 August 2023

Accepted 21 August 2023

***Corresponding Author; ChongSoo Cheung**

Tel: +82-2-820-0596

E-mail: isobcm@ssu.ac.kr

1. 서론

1-1 연구배경 및 목적

산업현장에서 발생하는 재해를 감축시키기 위하여 정부와 기업은 그동안 다양한 예방활동 강화에 노력해왔다. 그러나 최근 10여 년 동안 산업현장에서 발생한 중대재해 통계를 보면 감소 추세인 것은 맞지만 최근 몇 년간에는 좀처럼 발생 건수가 줄지 않고 있는 실정이다[1]. 또한 가슴기 살균제 사건, 컨베이어벨트 끼임 사고 등으로 안전에 대한 사회적 관심이 높아지면서 국민들의 사회적 안전에 대한 요구수준도 과거에 비해 크게 높아져 있는 상황이다. 이러한 사회적 분위기를 반영하여 정부는 제4차 국가안전관리기본계획(2020~2024년)에 재난안전사고 사망자 40% 감축이라는 구체적인 목표까지 제시하였다[2]. 또한 국회는 2021년 1월에는 중대재해 처벌 등에 관한 법률(이하, 중대재해처벌법)을 제정하였으며, 2022년 1월 27일부터 중대재해처벌법이 시행되었다. 중대재해처벌법에서는 중대산업재해 이외에도 중대시민재해를 규정하고 있으며, 처벌 강화를 통해서 사업 및 사업장, 공중이용시설 및 대중교통수단 그리고 원료 및 제조물에 의해서 종사자나 시민에게 발생할 수 있는 재해를 예방하겠다고 법률 제정의 목적을 명확히 하고 있다. 그러나 중대재해처벌법이 시행된 이후에도 중대산업재해는 좀처럼 감소되지 않고 있다. 특히, 중대재해처벌법 시행 이전인 2021년에 828건이었던 중대산업재해 발생 건수는 법률이 시행된 2022년에 874건이 발생하여 오히려 증가한 결과를 보였다[3]. 고용노동부에서는 좀처럼 감소하지 않고 있는 산업현장의 중대재해에 대한 심각성을 인식하고 중대재해에 대한 종합대책으로써 ‘중대재해 감축 로드맵’을 2022년 11월에 발표하였다. 그 내용을 살펴보면 핵심 대책으로 4대전략과 14개 핵심과제를 제시하고 있으며, 로드맵에서 가장 중요한 내용은 ‘위험성 평가 중심의 「자기규율 예방체계」 확립’이다[4]. 그러나 ‘위험성 평가 중심의 「자기규율 예방체계」 확립’에 대해서는 아직까지 구체적인 내용과 방법이 제시되고 있지 못하다. 또한 자기규율 예방체계라는 것은 각 기업과 기관에서 고유의 업무와 조직구성 등의 특성을 고려해서 체계화하여야 하는 일종의 과제라 볼 수 있다. 본 논문에서는 ‘위험성 평가 중심의 자기규율 예방체계 확립’ 참고 사례를 발굴하고자 새롭게 도입되거나 시도된 재해예방 관리체계의 재해예방 효과성을 검토하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 안전관리 업무내용과 재해발생 데이터를 조사 및 분석하여 중대재해를 포함한 재해 감축 효과에 대하여 연구하고자 한다.

1-2 연구 범위 및 방법

정부는 국가운영에 필수적인 중요 시설을 국가핵심기반으로 지정 및 관리하고 있으며, 국가핵심기반은 「재난 및 안전

관리 기본법」 제26조 및 제26조2 그리고 동법 시행령 제30조 및 제30조2에 따라 지정 및 관리되고 있다. 2023년 현재 11종 유형(「재난 및 안전관리 기본법 시행령」 별표2에서 에너지, 교통수송, 정보통신, 보건의료, 금융, 원자력, 식용수, 환경, 문화재, 정부중요시설, 공동구 등 11종을 국가핵심기반으로 규정)을 대상으로 360여개 시설을 지정하고 있다(표 1)[5]. 특히, 에너지 시설은 다른 국가핵심기반 시설물과 다르게 노후화 등 시설 자체의 문제뿐만 아니라 보관 및 활용하는 과정에 다양한 위험요인을 포함하고 있어서 관리에 특별한 주의와 안전관리가 필요하다. 연구를 위하여 문헌조사 및 여러 기업과 공공기관에 대한 사전 조사를 통해서 특징적인 관리체계를 도입하여 활용하고 있으면서 자료제공이 가능한 대상을 선정하여 세부 조사를 실시하였다. 최종적으로는 국가핵심기반 시설을 관리하고 있는 K사를 대상으로 상세한 업무 및 자료에 대한 조사와 분석을 실시하였다.

표 1. 국가핵심기반시설 지정현황(2023.1)

Table 1. List of serious disaster critical infrastructure (2023.1)

Distinguish	Energy	Telecommunications	Transportation
Designated facilities(ea)	50	26	58
Distinguish	Healthcare	Nuclear	Environment
Designated Facilities(ea)	29	40	6
Distinguish	Finance	Drinking water	Cultural property
Designated Facilities(ea)	8	98	5
Distinguish	Government critical facilities	Common duct	Total
Designated Facilities(ea)	12	28	360

국가핵심기반시설을 대상으로 연구를 진행하는 한계점으로 인하여 시설의 전반적인 현황과 관리내용을 제외하고 재해예방을 위하여 도입한 관리체계와 그 결과인 재해발생 현황에 대한 조사와 분석을 중심으로 연구를 진행하였다. 또한 연구에서는 자연재난과 기타 시민재해 등을 제외하고, 산업재해만을 고려하여 연구한다. 연구는 새롭게 도입되어 운용되는 재해예방관리체계의 내용과 특징에 대한 분석, 그리고 과거부터 현재까지의 재해발생 이력에 대한 조사 및 제도 시행이전과 이후의 재해발생 현황과 특징에 대한 비교분석 그리고 결과에 대한 검토를 통해 효과에 대하여 고찰하는 순서로 진행하였다(그림 1).



그림 1. 연구분석 절차
Fig. 1. Overview of research scope

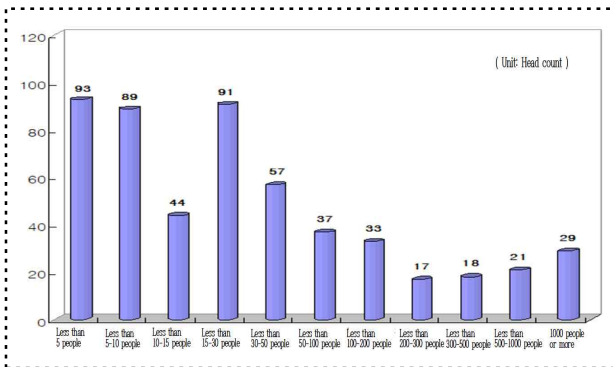


그림 2. 기업 규모별 중대재해 분석
Fig. 2. Analysis of serious disaster by company scale

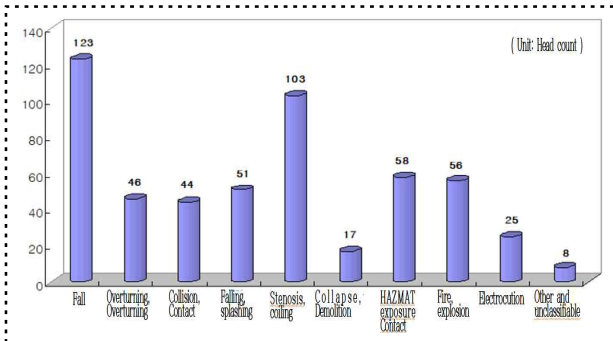


그림 3. 원인별 중대재해 분석
Fig. 3. Analysis of serious disaster by cause

1-3 국내 중대재해 발생현황

1) 중대재해 발생원인 분석

국내 중대재해 발생 건수는 과거에 비하여 지속적으로 감소하고 있지만 OECD 국가 평균에 대비하여 변함없이 높은 수준을 보이고 있는 것이 현실이다[6]. 2020년 중대재해 발생 현황을 보면, 중대재해는 50인 미만의 사업장에서 가장 많이 발생하고 있으며, 발생 특징을 보면 5인 미만(17.5%), 15~30인 미만(17.1%), 5~10인 미만(16.8%) 순서로 많이 발생하고 있다(그림 2). 또한 그 원인으로는 추락(23.2%), 감김·협착(19.4%), 유해위험물질(10.9%) 순으로 많이 발생하

였다(그림 3). 중대재해를 유발한 기인물로는 기계·설비(48.6%), 구조물·건축(14.5%), 교통수단(13.9%) 등의 순서로 주요 하였다(그림 4). 한편, 재해는 불안정한 상태와 불안정한 환경에 의해서도 발생하는데, 주로 물리적인 요인이 작용하는 불안정한 상태의 주요한 원인으로는 공정절차의 부적절(23.7%), 방호조치의 부적절(23.4%), 기계기구의 취급상 위험(15.8%) 등의 순서로 주요하였고(그림 5), 주로 인적 요인이 작용하는 불안정한 환경의 주요한 원인으로는 기계·물질사용의 부적절(29.9%), 작업절차의 미준수(28.4%), 구조물의 위험방지(13.6%) 등의 순서로 주요하였다(그림 6).

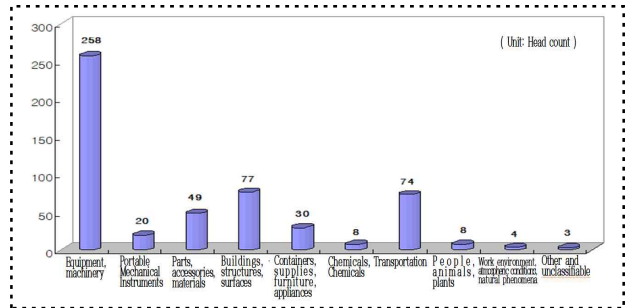


그림 4. 원인 물질별 중대재해 분석
Fig. 4. Analysis of serious disaster by caused material

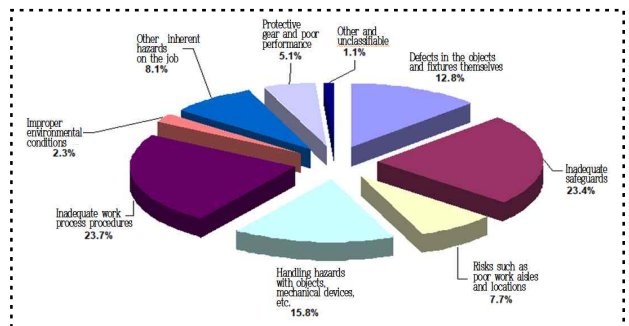


그림 5. 불안정 상태별 중대재해 분석(물리적 요인)
Fig. 5. Analysis of Serious disaster by unsafe state (Physical Factors)

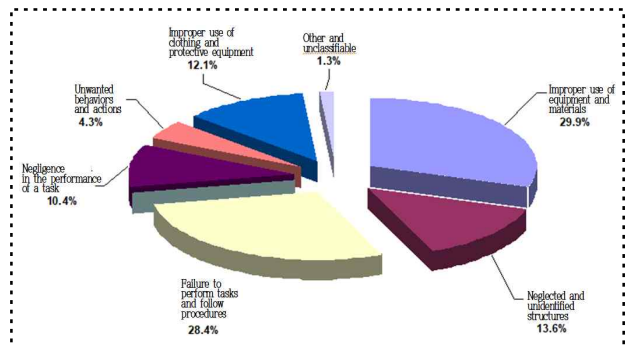


그림 6. 불안정상태별 중대재해 분석(인적요인)
Fig. 6. Analysis of Serious disaster by unsafe state (Human Factors)

1-4 중대재해 감축을 위한 중대재해처벌법 도입 및 정부 정책

1) 중대재해처벌법 의무사항 및 특징

중대재해처벌법은 16개 조문으로 구성된 짧은 법률로서, 1장 총칙, 2장 중대산업재해, 3장 중대시민재해 그리고 4장 부칙으로 구성되어 있다. 동법 시행령 역시 같은 구성으로 되어 있다. 특히, 이행해야하는 의무사항에 대해서는 시행령 제4조, 관리적 의무사항에 대해서는 제5조에서 구체적인 사항을 언급하고 있다. 그 밖에 시행령 제6조와 제7조는 안전보건교육의 실시와 미이수 시의 과태료부과에 관한 기준이다. 중대재해처벌법 주요한 의무사항은 제4조(경영책임자의 안전보건확보의무) 및 동법 시행령 제4조(안전보건관리체계의 구축 및 이행 조치) 등에서 언급하고 있으며 정리하면 다음과 같다(그림 7).

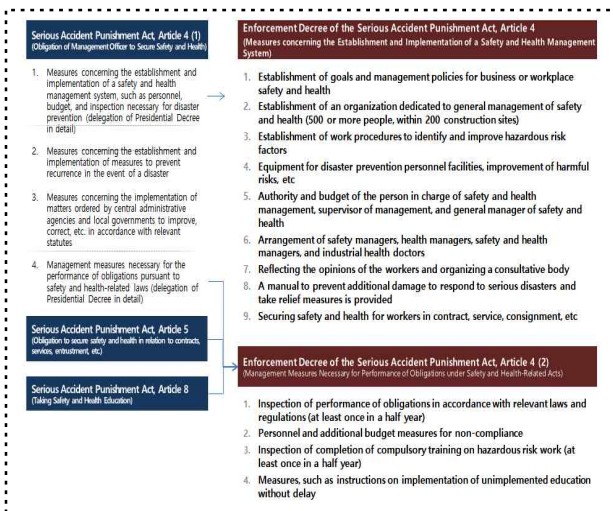


그림 7. 중대재해처벌법 및 동법 시행령 의무사항
 Fig. 7. Obligation of Serious Accidents Punishment Act and enforcement decree of Serious Accidents Punishment Act

중대재해처벌법과 시행령에서는 여러 가지 의무사항을 제시하여 의무사항을 위반한 경우에 처벌 근거로 하도록 하고 있다. 그러나 중대재해처벌법은 산업안전보건법의 내용적으로는 유사한 부분이 많지만 산업안전보건법과 근본적으로 다른 부분이 있다. 즉, 산업안전보건법이 예방활동을 게을리 하는 경우에는 벌금 등의 처벌을 받을 수 있으나, 중대재해처벌법은 중대재해가 발생하기 전까지는 의무사항을 위반하더라도 처벌 등 강제할 수 없다는 것이다[7]. 따라서 재해의 예방을 통해서 발생 자체를 감소시키는 것이 가장 바람직하지만 중대재해처벌법의 목적인 처벌을 통해서 재해를 예방하려는 것에는 한계가 있을 수밖에 없다. 또한, 중대재해처벌법에서는 보호의 대상을 종사자로 규정하고 있는 반면 산업안전보건법에서는 근로자로 규정하고 있으며, 하도급자 등 직접 고용 및 근로관계가 아니더라도 안전보건관리에 포함할 것을

요구하고 있다. 그러나, 재해예방을 위해서 매우 중요한 유해·위험요인에 대한 점검과 개선 등에 대해서는 공통적으로 요구하고 있다. 특히, 사업장 내에서 지속적인 유해·위험요인에 대한 발견과 개선은 재해예방관리에 가장 효과적인 것이라고 알려져 있다.

2) 중대재해처벌법에 대한 정부 정책

중대재해처벌법이 도입된 2021년 1월 이후 1년의 준비기간을 갖고 2022년 1월 27일부터 법률이 시행되었다. 그러나 시행 첫해 예상과는 달리 중대재해 저감효과는 없었다[8]. 고용노동부의 발표에 따르면 오히려 전년 대비 54건이 증가하였다(그림 8). 증가 원인에 대해서는 다양한 의견이 있을 수 있으며, 정부의 일관되지 못한 안전정책 추진으로 인한 혼선, 기업의 경제상황 악화로 인한 적극적인 안전투자의 어려움 등이 거론되고 있다[9]. 다만, 제도 도입 초기부터 중대재해 감축효과가 발생하기를 기대하기에는 아직 제도가 정착되지 못한 상황이고 중대재해가 가장 많이 발생한 50인 미만의 사업장은 2024년 1월까지 유예된 상황에서 중대재해처벌법의 효과에 대해서 논하기에는 아직 이르다고 보는 것이 맞을 것 같다.

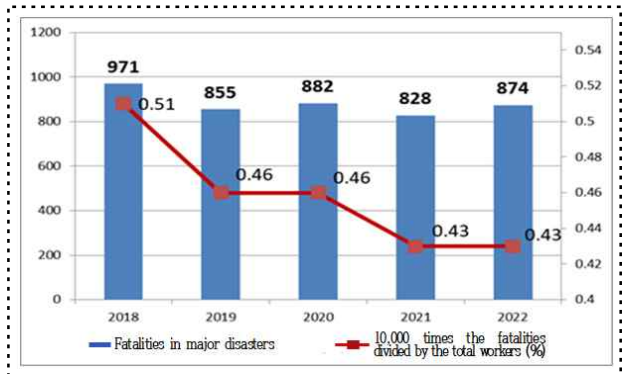


그림 8. 최근 5년간 국내에서 발생한 중대재해 현황
 Fig. 8. Serious disaster for the past five years in Korea

새 정부가 들어서고 2022년 7월에 정부합동 TF가 구성되어 대책을 마련하는 등의 검토를 시작하였다. 또한 고용노동부는 중대재해 발생이 좀처럼 감소하지 않자 이러한 상황을 개선하고자 2022년 11월 말에 「중대재해 감축 로드맵」을 발표하였다. 로드맵의 핵심적인 내용은 4대 전략 14개 핵심 과제이다. 4대 전략 중에서 가장 중요한 것은 위험성평가를 중심으로 한 자기규율적인 예방체계의 확립이다. 재해를 사전에 예방하는 핵심사항으로 각 기업과 조직에 맞는 예방체계를 확립함으로써 자기 수준에 맞는 안전보건체계를 갖추어 재해예방을 하도록 하는 것이다. 그 밖에도 재해가 많이 발생하는 중소기업을 지원하기 위한 전략과 협력적인 안전의식 및 안전문화 확산 그리고 산업재해 예방을 위한 관리체계를 재정비를 골자로 하고 있다(그림 9).

Strategy 1	Establish a risk-assessment-driven "self-discipline prevention system"	Revamping risk assessment as a key tool for prevention and mitigation Occupational Safety Oversight and Sentencing Reform Revised Occupational Safety and Health Laws and Standards
Strategy 2	Intensive support management for vulnerable sectors such as small and medium-sized enterprises	Small business : Focused support for improving safety management capabilities Construction-Manufacturing : Focus on smart technology and equipment Fall, pinch, bump : Top 3 Incident Types Specialized on-site management Prime Contractor, Subcontractors : Strengthening safety win-win cooperation New risks : Prepare for industry structure and climate change
Strategy 3	Drive safety awareness and culture through engagement and collaboration	Expand worker health and safety accountability and engagement Spreading a culture of safety Improve safety and health training content and systems
Strategy 4	Realigning occupational safety governance	Realigning the functions of the Workers' Compensation Specialty Agencies Organize emergency response and situational awareness Establishing central-to-regional collaborative governance

그림 9. 중대재해 감축 로드맵의 전략과 전술
Fig. 9. Strategies and tasks of road-map of serious disaster mitigation

1-5 K사의 업무 및 재해예방 관리체계 도입

1) K사의 조직 및 안전관리 업무체계

연구사례조사 대상인 K사는 현재 본사와 함께 전국에 9개 사업장을 운영 중에 있다[5]. 수행하는 업무는 주로 에너지 저장시설을 점검한 후 이력관리를 통해 유지보수 및 관리하는 것이며, 유지보수작업은 사업장별로 연간보수계획을 수립하여 수행하고 있다. 유지보수작업의 유형으로는 유류 저장시설과 입출하작업 설비에 대한 보수공사, 한전으로부터 전력을 받아서 현장의 전력 사용처에 공급하는 수변전설비의 보수공사, 시설물안전법으로 지정되어 관리하고 있는 옹벽 및 사면 보수공사, 기타 시설물 보수공사 및 신규설비 설치공사 등이 있다. 이러한 유지보수공사를 수행 시에는 위험성 평가를 통해 유해·위험요인을 사전에 파악하고 안전대책을 수립하여 작업자에게 공유한다. 그리고 작업을 수행하기 위해서는 안전작업허가절차를 이행하여야 하며, 작업허가종류는 일반작업, 화기작업, 밀폐작업으로 구분하고 보완작업으로 고소작업, 굴착작업, 중장비작업, 방사선작업, 전기동력차단작업이 있으며, 작업 개시 직전에 작업현장에서 Tool Box Talk를 실시하고, 작업 시에는 안전관리자가 현장에서 위험성평가를 통해 수립한 안전대책 이행하도록 감시하고 통제한다[10]. 그러나 사업장의 운영환경 및 작업특성 등에서 비롯된 다양한 잠재적인 위험요인까지 모두 개선하는 데는 한계성이 있어 일일 위험지수를 활용한 안전관리체계의 구축을 통해 자율적인 운영 등의 다각적인 노력을 기울였다.

자율적인 재해예방관리체계로서 자체 개발하여 활용한 일일위험지수 안전관리에 대한 수행절차는 안전작업허가서 발급 시 해당 작업지역과 작업특성에 따라 위험도를 수치화하고, 그 위험수치 산출값에 따라 주의, 경계, 심각 단계로 분류되어 일일위험지수가 결정되며, 사업장의 전 직원에게 메시지를 전송하여 현장의 위험상황을 인지할 수 있도록 하였다. 또한, 현장 안전관리는 일일위험지수에 따라 주의단계에는 작업 부서팀장, 경계단계에는 안전팀장이 추가되고, 심각단계에는 안전보건관리책임자를 추가하여 안전순찰을 수행하도록 안전관리를 강화하였다(그림 10)[11],[12].

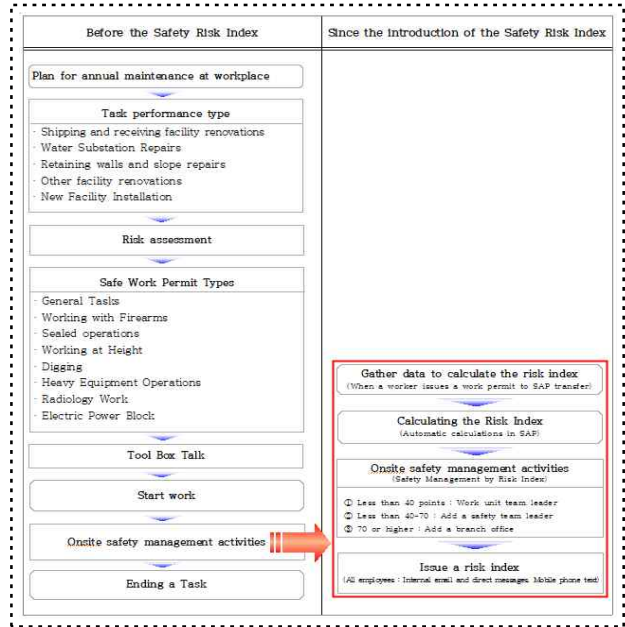


그림 10. 일일위험지수 도입 전·후 안전관리 비교
Fig. 10. Comparing before and after to introduce a protection management system of serious disaster

II. 본 론

2-1 K사의 일일위험지수 안전관리 운영성과

1) 운영성과 조사방법

K사의 9개사업장(a~i) 일일위험지수 안전관리 운영실적 및 매월 정기적으로 시행한 안전점검 실적, 그리고 근로복지공단에서 관리하는 산업재해 건수 등록 건수를 대상으로 재난예방관리의 효과성을 다음과 같이 조사하였다(그림 11).



그림 11. 일일위험지수 안전관리 운영 효과분석 연구모델
Fig. 11. Daily risk index safety management operation effectiveness analysis research model

2) 일일위험지수 활용한 안전관리 추진실적 분석

K사의 9개사업장(a~i)에서 일일위험지수 안전관리 운영은 2018년 1월 1일부터 활용하였으며, 2022년 12월 31일까지 발령된 일일위험지수 건수는 22,923건이다. 주의단계(Level 1)는 22,653건(98.8%), 경계단계(Level 2) 및 심각단계(Level 3)는 270건(0.2%)으로 나타났다으며, 연도별 일일위험지수 안전관리를 발령한 현황은 다음과 같다(표 2).

표 2. 연도별 일일위험지수 발령 건수

Table 2. Number of daily risk index issues by year

Year	Level 1	Level 2	Level 3	Sum(ea)
2018	4,398	1	0	4,399
2019	4,455	27	2	4,484
2020	5,246	53	0	5,299
2021	4,652	77	0	4,729
2022	3,902	110	0	4,012
Sum(ea)	22,653	268	2	22,923

3) 안전점검 추진실적 분석

K사의 9개사업장(a~i)에서 2011년부터 2022년까지 매일

표 3. 연도별 안전점검 지적사항 도출 건수

Table 3. Status of safety inspection findings

Factory	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	Sum2
a	87	82	148	153	108	80	82	77	161	127	121	73	1,299
b	101	185	184	213	182	157	96	97	132	138	72	117	1,674
c	150	90	145	196	238	139	118	125	66	56	82	67	1,472
d	269	169	204	176	144	87	98	92	24	24	41	54	1,382
e	201	127	198	155	187	244	212	190	246	187	151	120	2,218
f	65	71	119	103	63	69	47	62	69	102	124	90	984
g	135	100	108	98	123	77	102	79	67	43	93	58	1,083
h	106	125	95	105	105	76	83	55	58	70	92	93	1,063
i	112	112	110	110	112	105	87	91	74	63	66	51	1,093
Sum1(ea)	1,226	1,061	1,311	1,309	1,262	1,034	925	868	897	810	842	723	12,268

정기적으로 안전점검을 실시하여 도출한 지적사항은 12,268 건이었다. 일일위험지수 운영기간(2018~2022년 : 5년)은 연평균 828건, 미운영기간(2011~2017년 : 7년)은 1161건으로 연평균 333건(29%)이 감소한 것으로 나타났으며, 연도별 안전점검 지적사항 현황은 다음과 같다(표 3, 그림 12).

4) 산업재해발생현황

K사의 9개 사업장(a~i)에 대한 산업재해조사는 산업재해 발생에 대한 처리절차에 따라 근로복지공단에 등록된 산업재해 발생건수를 대상으로 실시하였으며, 대상 기간은 2011년부터 2022년까지이며, 산업재해발생 재해자수는 29명으로 부상자 26명(89.7%), 사망자 3명(10.3%) 순으로 나타났다. 연도별 재해가 발생한 현황은 다음과 같다(표 4).

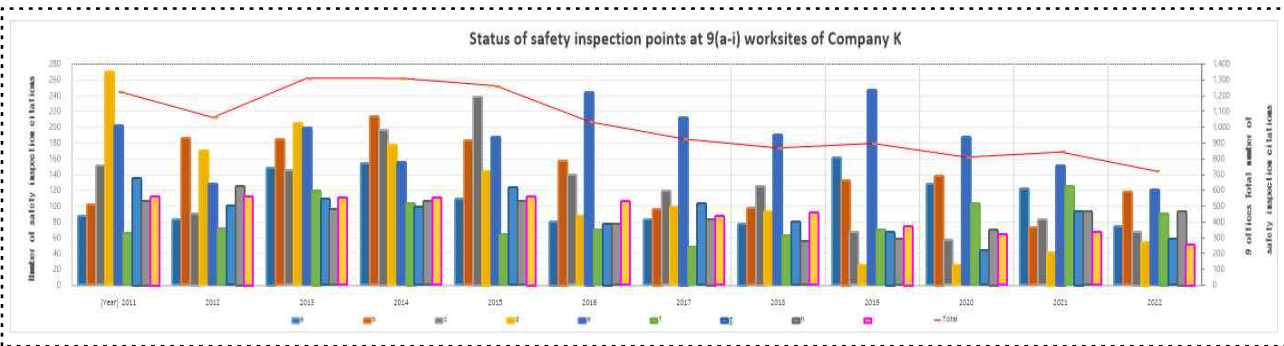


그림 12. 안전점검 결과현황

Fig. 12. Status of safety inspection findings

표 4. 연도별 산업재해 발생현황 집계결과

Table 4. Aggregated results of occupational injuries by year

Year	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022
Death(ea)	0	0	0	1	0	2	0	0	0	0	0	0
Injured(ea)	1	3	1	4	0	8	3	2	2	0	1	1
Description	Period prior to the implementation of the safety Index management system							Safety index management system implementation period				

5) 일일위험지수 안전관리 운영 효과성 분석

K사의 9개 사업장(a~i)에서 2018년부터 2022년까지 일일위험지수 안전관리를 운용한 실적에 대한 분석결과는 일일위험지수 발령등급이 “경계단계” 이상 수준으로 상향하는 추세를 나타냈으며, 이에 따른 현장 작업에 대한 안전관리 활동은 프로그램 의거 강화되는 것을 볼 수 있다(그림 13).

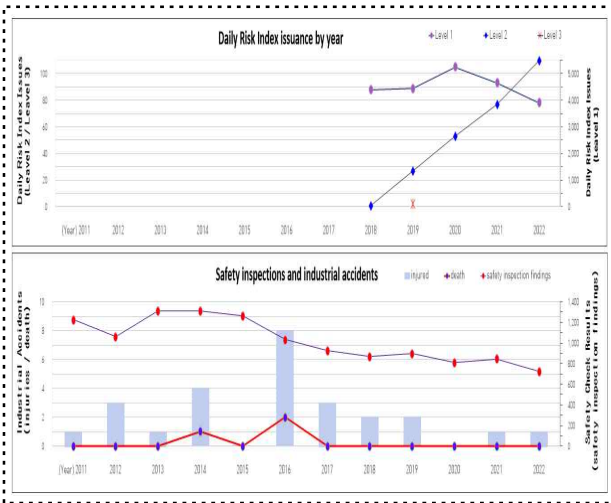


그림 13. 일일위험지수를 활용한 안전관리 효과분석 결과
 Fig. 13. Results of safety management effectiveness analysis using daily risk index

또한 안전점검에서 도출된 지적사항을 분석한 결과에서 일일위험지수 안전관리 시행기간(2018~2022년: 5년)은 4,140건, 직전의 미시행기간(2013~2017년: 5년)은 5,841건으로 1,701건(29%) 감소한 것으로 나타났으며, 산업재해발생에 대한 분석결과 일일위험지수 안전관리 시행기간에 발생한 재해자는 6명이며, 사망자는 없었으나, 미시행기간(2013~2017년: 5년)의 재해자는 16명이며, 사망자가 3명 발생하여, 일일위험지수 안전관리는 재해예방에 효과성이 있음을 확인하였다.

2-2 중대재해 예방효과에 대한 고찰

중대재해를 예방하기 위해서는 작은 재해부터 관리를 할 필요가 있다. 즉, 작은 재해를 모니터링하고 관리함으로써 큰 재해를 예방할 수 있다. 하인리히법칙에서는 심각한 재해 1건이 발생하기 전에 300건의 전조현상과 29건의 작은 재해가 발생한다는 것을 언급하고 있다[13]. 이러한 재해관리의 변화추세를 분석하기 위하여 하인리히 법칙을 응용하기도 한다 [14],[15].

연구 대상인 K사 에너지부문의 국가핵심기반시설과 동종 분야 타 국가핵심기반시설은 유사한 업무를 수행하고 있다. 안정적인 시스템 운영관리를 위하여 연차보수계획을 수립한 후 기존설비의 유지보수공사 및 신규설비를 설치업무를 추진 하면서 잠재적인 위험요소로 인해 발생할 수 있는 재해예방

을 위한 안전관리업무를 수행하고 있다. 따라서 K사의 9개 사업장(a~i)에서 활용하고 있는 일일위험지수 안전관리가 중대재해예방관리에 미치는 영향을 하인리히 법칙을 응용하여 분석하였다. 대상기간 12년을 4년 주기로 구분하고 잠재적인 징후를 안전점검 지적 건수로 산정하였다.

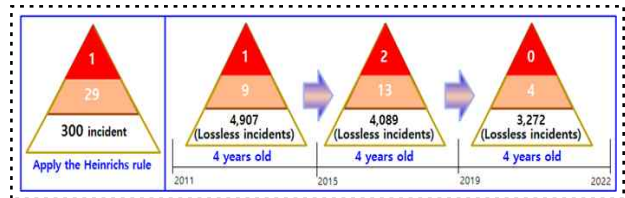


그림 14. 하인리히법칙 응용한 안전사고 예방 효과성 고찰
 Fig. 14. Reflections on the effectiveness of applying Heinrich's Law to prevent safety incidents

그 결과 2011년부터 2014년까지는 사망사고 1명, 통계비율 1:9:4907이고, 2015년부터 2018년까지는 사망사고 2명, 통계비율 2:13:4089이며, 2019년부터 2022년까지는 사망사고 0명, 통계비율 0:4:3272로 나타났으며, 일일위험지수를 운영한 기간(2018~2022년: 5년)에는 사망사고가 한 건도 발생하지 않았다. 효과를 분석하기 위해 중대재해 발생 이후부터 구간을 나누어 해당 기간에 발생한 재해 건수와 하인리히법칙을 응용하여 재해발생 삼각형으로 표현한 결과 운영기간에 따라서 점진적으로 안전사고가 감소하는 것으로 나타났다(그림 14). 이 결과 재해예방 효과는 재해 예방을 위해 일일위험지수를 활용할 경우 단기간 내 결과로 나타나지는 않았으나 장기간 운영할 경우 안전사고 예방효과가 있는 것으로 나타났다. 그러나 변화추세는 사업장 환경에 따라서 차이가 있을 것으로 예상된다.

III. 결 론

본 논문에서는 국가핵심기반시설에 대한 기능연속성 강화를 위하여 도입된 재해예방 관리체계의 효과성에 대하여 연구하였다. 국가핵심기반시설을 운영 및 관리하는 K사에서는 중대재해 예방을 목적으로 일일위험지수를 활용해 사전에 위험작업에 대한 위험요인을 예측하고 안전관리 활동 강화, 비상상황 발생 시에 대비한 직원 대응 강화 등을 실시하고 있다. 연구를 위하여 K사의 9개 사업장의 재해발생 및 사상자발생, 위험성평가 지적사항 등에 대한 분석을 통해서 재해를 예방 및 감소시키는 효과가 있는 것을 확인할 수 있었다.

실증연구를 통해서 얻어진 결론은 다음과 같다.

첫째, 일일위험지수 기반의 재해예방 관리체계를 활용한 결과 산업재해로 인한 사상자 수가 지속적으로 감소하였으며, 최근에는 사망자가 발생하지 않고 있다.

둘째, 매월 실시하는 안전점검지적 건수에 대하여 일일위

험지수 활용 전과 후를 비교하면 약 30% 감소하는 효과가 있었다. 그러나 안전점검지적 건수는 K사의 9개 사업장(a~i) 전체적으로는 감소하였으나, 사업장별로 소폭 증가하는 곳도 있었다.

셋째, 일일위험지수 안전관리체계는 정부의 중대재해 감축 로드맵의 핵심적인 4대 전략 중 하나인 사업장에서 유해위험 요인에 대한 자기규율적인 예방관리체계의 확립한 사례를 제시하였다.

향후 재해로부터 영향을 최소화해야 하는 국가핵심기반시설 등의 재난안전관리에 일일위험지수를 활용한 재해예방체계를 도입하게 된다면 중요한 서비스 기능의 중단을 예방함으로써 기능연속성 강화에 도움이 될 것으로 기대된다. 또한 중대재해처벌법에서 요구하고 있는 유해위험요인에 대한 자율적인 안전점검을 통해서 종사자 안전 확보가 강화되는 활용 방안이 될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 재난관리분야 전문인력 양성사업의 제정 지원에 의하여 이루어진 연구로서, 재정을 지원해주신 행정안전부에 감사 드립니다.

참고문헌

[1] Sooyoung Choe, "Future Policy Directions of the Serious Accident Punishment Act by Comparing Overseas Cases," *Construction Engineering and Management*, Vol. 22, No. 2, pp. 21-25, 2021.

[2] Central Safety Management Committee, *The 4th National Security Management Framework Plan (2020~2024)*, Author, Sejong, 11-1741000-000218-01, December 2019.

[3] KOSHA(Korea Occupational Safety and Health Agency), *Department of Labor 2022 Fatal Occupational Injury Statistics*, Author, Ulsan, 2023.

[4] MOEL(Ministry of Employment and Labor), *Roadmap to Reduce Fatal Accidents*, Author, Sejong, November 2022.

[5] MOIS(Ministry of the Interior and Safety), *National Critical Infrastructure*, 2023.

[6] S. Park, *A Comparative Analysis of Changing Trends in Occupational Accident Rate among Major Countries*, OSHRI(Occupational Safety and Health Research Institute), Ulsan, 2020-OSHRI-811, November 2020.

[7] J.-G. Kim, *Role and Assignment of Serious Punishment Act*, Urban Reform Center, No. 4, July 2022.

[8] MOEL(Ministry of Employment and Labor), *2022 Industrial Accident Report*, Author, Sejong, March 2023.

[9] J.-G. Kim, "Development of Punishment System for the

Serious Citizen Accident," in *Proceedings of the 1th Disaster and Safety Conference*, May 2023.

[10] KOSHA(Korea Occupational Safety and Health Agency), *Safe Work Permit Guidelines*, Author, Ulsan, KOSHA GUIDE P-94-2021, December 2021.

[11] S.-W. Kang, *A Study on the Improvement of Daily Safety Management System Based on Safety Risk Index*, in *Ministry of the Interior and Safety Thesis Contest Winner*, Sejong: Ministry of the Interior and Safety, ch. 10, pp. 181-212, February 2021.

[12] S.-W. Kang, J.-G. Kim, and C.-S. Cheung, "A Study on the Mitigation of Serious Accident to National Critical Infrastructure Using Safety Risk Index," in *Proceedings of the Korean Society of Disaster Information*, Seoul, pp. 251-252, October 2022.

[13] Wikipedia. *Accident Triangle* [Internet]. Available: https://en.wikipedia.org/wiki/Accident_triangle.

[14] S. P. Penkey and N. A. Siddiqui, "A Review on Accident Pyramid and its Empirical Interpretation in Oil & Gas Industry (Upstream)," *International Journal of Scientific and Research Publications*, Vol. 5, No. 1, January 2015.

[15] T.-H. Kim, S.-B. Jung, T.-H. Shin, J.-T. Kim, and Y.-S. Ji, "Causality between Cognitive Failure, Mistake, Near-Miss and Responsibility Accident of Train Drivers: Exploratory Structural Analysis Based on Heinrich Law," *Journal of Korean Society for Urban Railway*, Vol. 7, No. 1, pp. 63-76, March 2019. <https://doi.org/10.24284/JKOSUR.2019.3.7.1.063>



강신우(Shin-Woo Kang)

2022년 : 숭실대학교 대학원
재난안전관리학과
(경영학 석사)

1989년~현 재: 한국석유공사 재난안전관리자 근무
2022년~현 재: 숭실대학교 대학원 재난관리학과
(박사과정 재학)

※ 관심분야 : BCM, 재난안전관리, 산업안전, 중대재해처벌법 등



정종수(ChongSoo Cheung)

2015년~현 재: 숭실대학교 대학원 재난안전관리학과 교수
※ 관심분야 : BCM, COOP, 재난관리, NIPP, 중대재해처벌법 등