

# 산업재해통계기반 Risk 산정에 관한 연구

우종권\* · 이미정\* · 설문수\*\* · 백종배\*\*\*\*†

## A Case Study on the Estimation of the Risk based on Statistics

Jong-Gwon Woo\* · Mi-Jeong Lee\* · Mun-Su Seol\*\* · Jong-Bae Baek\*\*\*\*†

### †Corresponding Author

Jong-Bae Baek

Tel : +82-43-841-5337

E-mail : jbbaek@ut.ac.kr

Received : July 6, 2021

Revised : August 6, 2021

Accepted : August 24, 2021

**Abstract** : Risk assessment techniques are processes used to evaluate hazardous risk factors in construction sites, facilities, raw materials, machinery, and equipment, and to estimate the size of risk that could lead to injury or disease, and establish countermeasures. The most important thing in assessing risk is calculating the size of the risk. If the size of the risk cannot be calculated objectively and quantitatively, all members who participated in the evaluation would passively engage in establishing and implementing appropriate measures. Therefore, this study focused on predicting accidents that are expected to occur in the future based on past occupational accident statistics, and quantifying the size of the risk in an overview. The technique employed in this study differs from other risk assessment techniques in that the subjective elements of evaluators were excluded as much as possible by utilizing past occupational accident statistics. This study aims to calculate the size of the risk, regardless of evaluators, such as a manager, supervisor, safety manager, or employee. The size of the risk is the combination of the likelihood and severity of an accident. In this study, the likelihood of an accident was evaluated using the theory of Bud Accident Chainability, and the severity of an accident was calculated using the occupational accident statistics over the past five years according to the accident classification by the International Labor Organization.

Copyright©2021 by The Korean Society of Safety All right reserved.

**Key Words** : risk assessment, risk assessment system, risk, risk access, industrial safety and health regulatory policy, risk assessment

## 1. 서론

### 1.1 연구 배경

위험성평가는 2013년 산업안전보건법 제41조의2 (위험성평가)에 의하여 별도 조문으로 분리하여 제정하였다<sup>1,2)</sup>. 2019년 6월, 정부의 산업안전보건정책 전환에 따라 산업안전보건법 제5조(사업주의 의무)에 위험성평가(Risk Assessment)를 추가하였다. 이후 세부지침인 고용노동부고시 제2020-53호(2020.01.14.)를 개정하여 운영하고 있다<sup>3)</sup>. 2020년에는 동법이 개정되면서 안전보건관리책임자, 관리감독자, 안전보건관리자, 근로자를 참여토록 하는 등 위험성평가 제도를 본격 시행하고 있다. 년도별 추진 현황은 Table 1과 같다.

Table 1. Changes in Korea Occupational Safety and Health Regulations

Category	Year	Promotion status
Government regulations	'91~'96	The 1 <sup>st</sup> Six-year plan for industrial accident prevention
	'97~'99	3-Year Occupational Safety Development Plan
	'00~'04	The 1 <sup>st</sup> Five-Year Occupational Accident Prevention Plan
Self-regulation (Introduction of risk assessment)	'05~'09	- '09.2 Introduction of risk assessment system - '08 System Introduction plan research service - '09.2 Article 5 of the Industrial Safety Act (Business owner's obligation) - Establishing the basis for risk assessment
	'10~'14	- Promulgation of guidelines on workplace risk assessment (Labor Department Notice No. 2012-104) - Establishing Article 24-2 (Risk Assessment) in '12
	'20	Employees' Participation in risk assessment

\*한국교통대학교 안전공학과 박사과정 (Department of Safety Engineering, Korea National University of Transportation)

\*\*송실대학교 안전·보건융합공학과 박사과정 (Department of Safety and Health Convergence Engineering, Soongsil University)

\*\*\*한국교통대학교 안전공학과 교수 (Department of Safety Engineering, Korea National University of Transportation)

사업장(기업)의 특성에 따라 위험성평가의 세부적인 방법과 절차 등이 다를 수 있기 때문에 정부의 지침으로 규정하는 것은 어렵다. 특히, 위험성평가 절차 중 리스크를 산출하는 방법은 평가자마다 기준이 다르다. 따라서 사업장 특성을 고려한 리스크 산출 방법에 대한 기준이 필요하다<sup>4,6)</sup>. 따라서 신뢰성 있는 데이터를 사용하여 정량적으로 위험기준을 설정할 필요가 있다. 현재의 위험성평가 방법의 주요 문제점은 다음과 같다<sup>7)</sup>.

- 이미 완료된 위험성평가 결정사항을 확인하기 위한 위험성 평가 수행
- 사업장 현실에 맞지 않은 위험성 평가 수행
- 여러 요인을 고려하지 않고 한가지 위험만 고려
- 모든 구성원, 특히 관련 지식을 가진 직원을 포함하지 않음
- 잠재된 위험을 식별하지 못함
- 발생 가능한 모든 결과를 완전히 이해하지 못함
- 부적절한 데이터 사용
- 위험의 기준을 잘못 설정
- 평가 결과에 대한 대책을 수립하지 않음
- 현장실정에 맞지 않은 대책 수립

위에서 언급한 위험성평가의 가장 큰 문제점은 ‘부적절한 데이터 사용 및 잘못된 기준 설정’이다. 이는 실효성 등의 문제로 확대되어 위험성평가 결과의 신뢰성을 떨어뜨릴 수 있다. 나아가 사업장에 존재하는 유해위험요인을 방지하는 결과를 초래할 수 있다<sup>8)</sup>.

고용노동부고시 제2020-53호(2020.01.14.) 지침에 따라 리스크를 추정할 때에는 산재발생 통계자료를 활용토록 하고 있다. 그러나 평가에 유의한 자료를 확보하는 것이 어렵다. 즉, 사업장에서 활용이 가능한 자료가 적절하게 제시하고 있는지 자원의 활용성 측면에서 볼 때 아직 부족하다. 따라서, 고용노동부의 산업재해발생 통계자료를 이용하여 리스크를 산출하는 방법론을 연구하고자 한다.

## 2. 연구 방법

### 2.1. 리스크 산출 방법론

선행 연구를 검토한 결과, 정량적 위험성의 산출에 관한 연구는 확인하기 어려웠으며, 방법론에 대한 구체적인 기준 제시는 찾아보기 어렵다. 이와같이 리스크를 객관적으로 정량화하는 것은 쉬운 일이 아니다<sup>9,10)</sup>.

산업재해통계 기반 리스크 산출방법은 과거 산업재해 발생 실태를 분석하여 리스크를 산출한다. 이때 주의할 점은 설비, 장비, 기계 등 위험성평가 전에 방호

조치 설치 여부에 상관없이 리스크를 산출한다는 점이다. 즉 기존 설비 등의 방호조치 실시 여부에 상관없이 재해통계를 기반으로 리스크를 산출한 후, 그에 맞는 대책을 수립해야 한다<sup>11)</sup>.

산업재해보상보험법 적용사업체에서 발생한 4일 이상 요양을 요하는 산업재해발생 통계 자료 중 충남지역에서 발생한 과거 5년간(2015년~2019년) 산업재해 자료를 분석하여 리스크를 산출하였다<sup>12)</sup>. 충남지역 제조업 사업장수 14,476개소, 근로자수 250,669명이며, 그 중 충남 “전체 제조업” 재해발생건수 5,163건, “화학제품제조업”에서 발생한 재해발생건수 611건을 대상으로 분석하였다.

먼저, 재해발생건수 611건을 각 발생형태별, 기인물별, 재해발생비율을 조사한다. 가능성의 경우, 발생형태를 감전, 깔림, 끼임, 넘어짐, 동물상해, 떨어짐, 무너짐, 물체에 맞음, 부딪힘, 무리한 동상, 익사, 교통사고, 산소결핍, 이상온도 접촉, 절단, 베임, 폭발, 화재, 화학물질 접촉 등으로 분류한다. 사고발생 기인물은 화학물제조설비, 에너지, 지게차, 사람, 계단, 금속재료 등 131종으로 분류한다. 중대성은 재해발생형태에 따른 기인물 별 근로손실일수로 확인한다.

이 연구에서는 충남지역의 “화학제품제조업”에서 발생한 재해발생유형 분석에 초점을 맞추었다. 만약, “화학제품제조업” 중에서 판정하고자 하는 유용한 재해자료가 없는 경우, 충남지역 전체 제조업 중에서 발생한 재해 유형을 참조하였다. 연구 범위를 충남지역으로 한정된 것은 재해발생의 지역별, 업종별 특성을 고려한 것이다. 따라서 이 연구는 “충남지역 화학제품제조업”의 위험성 산출에 적용한다.

### 2.2. 가능성(빈도)을 구하는 방법

가능성은 버드의 사고 연쇄성 이론을 적용하였다. 버드는 641건 중에서 상해·손실도 없는 사고 600건, 물적손해 30건, 인적재해 10건, 경사 1건의 비율로 발생한다고 신 연쇄성 이론을 주장하였다. 손실제어요인이 연쇄반응의 결과로 재해가 발생된다는 연쇄성이론을 제시하여 관리철저와 기본원인을 제거해야만 사고 예방이 된다고 강조하였다<sup>13,14)</sup>. 따라서 이 연구에서는 버드이론의 역순인 사고가 발생할 가능성이 높은 사고 비율에 높은 등급의 점수를 부여하였다. 물적, 인적손실별 건수보다는 전체 사고의 발생빈도에 따라 버드이론적용을 적용하였다. 상해 등 중상을 발생시키지 않기 위해서는 사고발생 빈도가 높은 상해·손실도 없는 사고가 발생하지 않아야 한다. 즉 발생건수가 높기 때문에 가능성을 높이 평가하는 것이다. 아래 Table 2는

**Table 2.** Types of industrial accidents in the chemical and manufacturing industries

likelihood	Total types of accidents in chemical and manufacturing industries over the past five years (2015-2019)	Bird theory Application
5	The accident type which is more than 93.6% in chemical and manufacturing industries in the last 5 years	600/641 *100
4	The accident type which is within the range of 4.68% in chemical and manufacturing industries in the last 5 years	30/641 *100
3	The accident type which is within the range of 1.56% in chemical and manufacturing industries in the last 5 years	10/641 *100
2	The accident type which is one or within the range of 0.16% in chemical and manufacturing industries in the last 5 years	1/641 *100
1	The accident type has not occurred in chemical and manufacturing industries in the last 5 years	No Accident

**Table 3.** Likelihood (frequency) grade base (%)

Apply as a ratio to the possibility rating and the number of accidents					example 1/641* 100(%)
1	2	3	4	5	
~0.16	0.17~1.56	1.57~4.66	4.67~93.60	93.67~100	

충남지역 화학업종의 버드이론을 적용한 가능성 등급이고, Table 3은 1~5등급으로 구분하기 위한 기준비율이다.

**2.3. 중대성(강도)을 구하는 방법**

중대성(강도)의 개념은 재해 1건당 발생할 수 있는 근로손실일수로 정하였다. 근로손실일수 산정기준은 국제노동기구(ILO : International Labour Organization)의 재해구분에 따라 영구 전 노동불능, 영구 일부 노동불능, 일시 전 노동불능, 일시 일부 노동불능, 구급처치 상해로 구분할 수 있다. 국제노동기구(ILO)에 의한 구분에 따라 영구 전 노동불능(사망 및 1~3등급)은 가장 높은

**Table 6.** Risk assessment metrics(1/2)

		Likelihood				
		1	2	3	4	5
		No Accident	1/641*100	10/641*100	30/641*100	600/641*100
Severity (consequences)	1 First-aid injury and No injury (0~6days)	1	2	3	4	5
	2 temporary or some parts of incapacity for work (7~49days)	2	4	6	8	10
	3 Serious Injury (50~5,500days)	3	6	9	12	15
	4 Death (7,500days)	4	8	12	16	20

**Table 4.** Accident classification by the international labor organization (ILO)

Category	Rating guideline
Injury resulting permanently entire incapacity for work	Completely loss of labor function as a result of injury (Physical disability grades 1 to 3)
Injury resulting permanently some incapacity for work	Loss some parts of the body and parts of the work function as a result of injury (Physical disability grades 4 to 14)
Injury resulting temporary entire incapacity for work	As per the results of a doctor's diagnosis, can not work for a certain period of time (Away from work without physical disability)
Injury resulting temporary some incapacity for work	Cases other than away from work (Injury resulting temporarily away from work for the medical treatment during working hours)
First-Aid injury	Injury can be covered by first aid or medical treatment

**Table 5.** Consequence based on severity (number of work losses)

Consequence level	Physical disability grade	Labor loss days
4	Death and grades 1 to 3	7,500days
3	grades 4 to 14	50~5,500days
2	temporary or some parts of incapacity for work	7~49days
1	First-aid injury or No injury	0~6days

4등급, 영구일부노동불능(4~14등급)은 3등급, 일시일부 노동불능, 응급조치 및 미상해로 구분하여 근로손실일수를 정하였다. Table 4는 위험성 등급을 분류하기 위한 기준이며, Table 5는 등급분류기준에 따른 1~4등급의 분류 결과이다.

**2.4. 리스크 산출(중대성과 가능성을 조합)**

파악된 리스크는 피해의 중대성과 가능성의 결과이다. 산재통계기반 위험성평가도 다른 위험성평가 개념은 같다. 따라서 리스크 매트릭스도 다른 위험성평가 개념과는 유사하다. 다만 리스크를 산업재해통계를 기

Table 7. Risk assessment metrics(2/2) : Initial risk actions/risk acceptance authority

Risk rank	Category description	How can the hazard be eliminated or controlled
12 ~ 20	Serious problems in safety and health areas	- Taking Risk reduction measures immediately - Operation stop until follow-up actions are taken - Input sufficient management resources
8 ~ 11	Some problems in safety and health areas	- Rapidly implement risk reduction measures - Recommend to stop the operation until follow-up actions are taken - Firstly input management resources
3 ~ 6	Few problems in safety and health areas	- Planning Risk reduction measures - Properly managing until follow-up actions are taken - Fully review and input management resources
1 ~ 2	No problem in the safety and health area	- Considering cost-effectiveness and taking risk reduction measures if necessary

반으로 객관적으로 반 정량화하였다는 점에서 다른 위험성크기 산출과는 다르다고 할 수 있다. Table 6은 중대성과 가능성 매트릭스이며, Table 7은 매트릭스를 조합한 결과이다.

앞에서 언급한 위험성크기 산출방법론을 요약하면 다음과 같으며, 절차는 Fig. 1과 같다.

- ① 충남지역 및 전국 “화학제품제조업” 산업재해 통계를 분석한다.
  - 충남지역 화학제품제조업에서 구하고자 하는 대상(기인물)이 없을 경우 더 큰 모수집단이 전체 제조업에서 대상을 찾는다.
- ② 가능성(빈도)을 산출한다
  - 버드의 사고 연쇄성 이론을 적용한다.
  - 1:10:30:600의 사고 비율에 따른 발생비율을 계산한다.(600/641\*100, 30/641\*100, 10/641\*100, 1/641\*100, No Accident)
  - 위험도계산을 위한 백분율을 확인(기인물/발생형태\*100)한 후 등급을 산정한다.
  - 빈도 등급은 발생비율에 따라 각각 1~5등급으로 분류한다.
  - 등급선택 기준 : 1순위 - 화학제조업 / 2순위 - 전체제조업(화학제조업에 해당 없을 시)
- ③ 중대성(강도)을 산출한다.
  - ILO의 재해 구분에 따라 재해 1건당 발생할 수 있는 근로손실일수 기준으로 한다.
  - 신체장애 등급에 따라 사망 및 1~3등급(7500일), 4등급~ 14 등급(30~5500일), 일시일부 노동불능(7일~ 49일), 응급조치 및 미상해(0~6일) 등으로 구분한다.
  - 위 등급기준에 따라 각각 1~4등급으로 구분한다.
  - 등급선택 기준 : 1순위 - 화학제조업 / 2순위 - 전체 제조업(화학제조업에 해당 없을 시)
- ④ 가능성과 중대성을 조합하여 리스크를 산출한다.

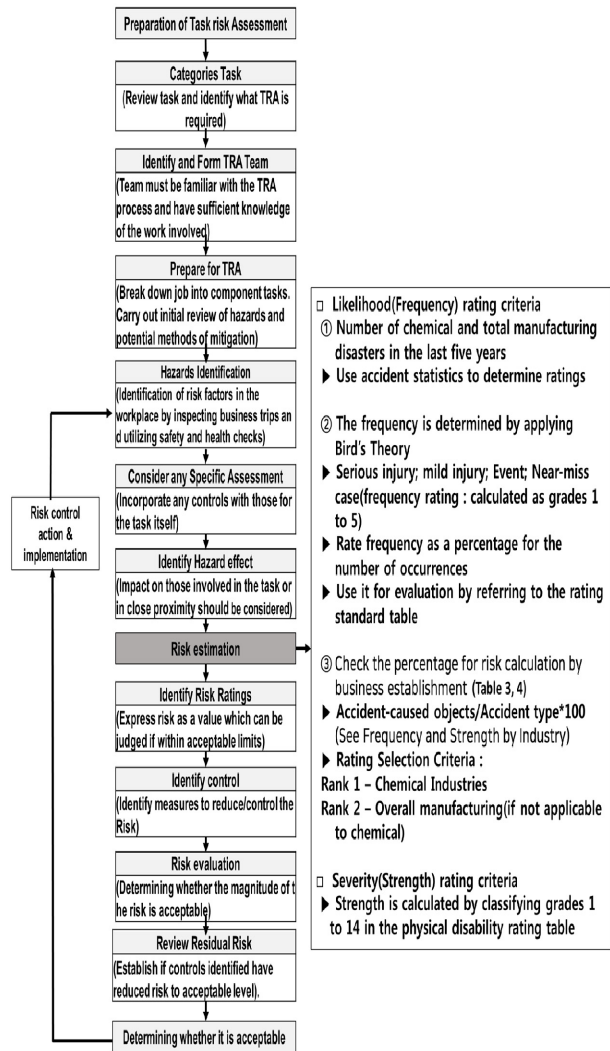


Fig. 1. Risk assessment methodology based on industrial accident statistics.

### 3. 사례연구

가능성은 노출빈도, 시간, 유해·위험한 사건의 발생 확률, 피해의 회피·제한 등을 고려하고, 중대성은 부

상의 정도, 후유장애 유무, 피해의 범위 등을 고려하여 판단한다. 위험성평가의 성공여부는 잠재된 유해위험 요인의 확인 및 대책의 적정성이다. 즉 리스크 여부에 대한 평가실시 사업장의 구성원 간 공감대 형성이다.

### 3.1. 가능성(빈도) 산출

만약 어느 사업장에서 평가자가 “지게차에 부딪힘” 사고 발생 잠재 위험성을 발견하였다면, 가능성(빈도) 결정은 다음과 같이 구한다.

- ① 화학제품제조업 중 과거 5년간 재해통계결과에 따라 화학제품제조업 중 전체 부딪힘 재해 49건 중 지게차에서 부딪힌 재해 20건을 확인한다.
- ② 기인물 및 발생유형에 대한 백분율을 계산한다. (지게차 부딪힘 기인물/발생유형\*100=40.8%)
- ③ 백분율 값에 적용된 등급을 확인한다.
- ④ 빈도 결정 후 위험성평가 항목에 40.8%에 해당하는 등급을 Table 3에서 찾아 4등급으로 판정한다. 위 내용을 정리하면 Table 8과 같다.

아래 Table 9는 충남지역 화학제품제조업에서 기인물 전체 재해 611건 중 “지게차에서 부딪힘” 재해 49건을 나타낸 것이고, Table 10은 충남지역 전체 제조업 재해 5,163건 중 “지게차에서 부딪힘” 380건을 나타낸다. 만약 Table 9의 화학제품제조업 중 지게차에서 부

딪히는 재해가 없다면 Table 10에서 전체 제조업 중에서 지게차에서 부딪히는 재해를 찾아가는 것이다. 화학제품제조업에서 발생한 재해가 없는 경우에도 더 큰 모수인 전체 제조업에서는 재해발생 근거를 확보할 수 있기 때문이다.

### 3.2. 중대성(강도) 산출

중대성은 가능성을 구할 때와 같은 방법으로 Table 11의 화학제품제조업 지게차에서 부딪히는 재해를 찾고, 유용한 자료가 없다고 가정하면 Table 12의 전체 제조업 중 지게차에서 부딪힌 재해를 찾아 근로손실일수를 찾아가는 것이다. “지게차에 부딪혔을 경우” 평균 근로손실 일수는 Table 11에서 166일이므로 위 Table 5의 등급기준에 따라 3등급으로 판정한다.

### 3.3. 리스크 산출

결론적으로 화학제품제조업의 “지게차에 부딪히는 재해”에 대한 리스크는 가능성(빈도) 등급은 4이며, 중대성(강도) 등급은 3이다. 따라서 Table 6, 7의 조합된 매트릭스에 따라 평가점수가 12점 이상이므로 위험성 감소조치를 즉시 실시, 개선 조치를 실시할 때까지 작업을 중지, 충분한 경영자원을 투입 등 안전대책을 신속하게 해야 한다.

Table 8. Likelihood (frequency) determination flowchart

① Checking accident-caused objects and types in the chemical manufacturing ▶ Rank 1 chemical manufacturing industry ▶ Rank 2 Overall Manufacturing (If not applicable to chemical manufacturing)	Likelihood	Sum	Collision
	Total (Number of cases)	611	49
② Checking the percentage figure of accident-caused objects and types ▶ Accident-caused objects / types * 100 ▶ example) Forklift_Collision (20/49*100 = 40.8%)	Work Plate	7	1
③ Checking the rating of the frequency applied to the percentage figure	electricity Facilities	1	0
④ Risk assessment item rating after frequency determination	Forklift	31	20
	Conveyor	14	0

Table 9. Number of accidents by types of chemical industries(Chungcheongnam-do)

Likelihood	Total	Electric shock	Etc	Falling & flipping	Entrapment	Falling	Dropped	Collapse	Fits an object	Collision	Unclassified	Unbalanced and unreasonable behavior	Traffic accidents	Abnormal temp. contact	Work related illness	Cutting & stabbing	Occupational Disease	Pneumoconiosis	Sport event	An act of violence	Explosion & rupture	Fire	Chemical leakage & contact
Total	611	3	1	15	252	48	50	3	36	49	2	7	9	20	35	45	2	1	7	1	5	9	11
Forklift	31			2	2		6		1	20													

Table 10. Number of accidents by types of manufacturing industries(Chungcheongnam-do)

Likelihood	Total	Electric shock	Building, Structure & Surfaces	Transportation	Etc	Falling & flipping	Entrapment	Falling	Animal injury	Dropped	Collapse	Fits an object	Collision	Materials	Unclassified	Unbalanced & unreasonable behavior	Animals	Traffic accidents outside	Traffic accidents in the workplace	Oxygen deficiency	Facilities & machinery	Containers, supplies, furniture & appliances	Abnormal temp. contact	Cutting, g. cutting, stabbing	Sport event	An act of violence	Explosion & rupture	Fire	Chemical leakage & contact	Chemical & Mechanical Instruments	Portable and Human
Total	5,163	18	218	47	2	126	1,606	391	7	332	13	321	380	244	20	93	10	4	57	1	538	75	102	296	76	12	17	24	2	26	105
Forklift	197					7	38	1		17	1	13	73					1			45		1								

Table 11. Number of working loss days by type of chemical industries(Chungcheongnam-do)

Severity	Total	Electric shock	Etc	Falling & flipping	Entrapment	Falling	Dropped	Collapse	Fits an object	Collision	Unclassified	Unbalanced and unreasonable behavior	Traffic accidents	Abnormal temp. contact	Work related illness	Cutting & stabbing	Occupational Disease	Pneumoconiosis	Sport event	An act of violence	Explosion & rupture	Fire	Chemical leakage & contact
Total	450	2,551	614	646	501	127	334	109	347	201		75	1,254	212	1,246	137	103	2	126	21	112	1,757	85
Forklift	398			3,804	176		166		68	166													

Table 12. Number of working loss days by type of manufacturing industries(Chungcheongnam-do)

Likelihood	Total	Electric shock	Building Structure & Surfaces	Transportation	Etc	Falling & flipping	Entrapment	Falling	Animal injury	Dropped	Collaps	Fit an object	Collision	Materials	Unclassified	Unbalanced and unreasonable behavior	Animals	Traffic accidents outside	Traffic accidents in the workplace	Oxygen deficiency	Facilities & machinery	Containers, supplies, furniture & appliance	Abnormal temp. contact	Cutting & stabbing	Sport event	An act of violence	Explosion & rupture	Fire	Chemicals and Chemicals	Chemical leakage & contact	Portable and Human Mechanical Instruments
Total	311	533	192	485	387	530	345	147	118	329	1,833	214	227	143	2,372	119	112	255	1,272	7,500	410	232	210	159	329	721	581	1,697	168	127	152
Forklift	480					3,307	197	53		190	7,500	146	461					361			374	318									

### 4. 연구결과 및 고찰

위험성평가가 사업장에 뿌리내리기 위해서는 신뢰성 있는 데이터를 통한 잠재된 유해위험요인 파악이다. 즉 신뢰성 있는 데이터 활용하여 리스크의 적정성을 확보하고 공감대를 형성해야한다<sup>15)</sup>. 그리고, 대책을 수립하고 시행하는 것이 위험성평가를 활성화하는 것이다. 재해통계를 기반 리스크 산출 결과의 신뢰성 제고를 위한 주요 수행방법은 다음과 같다.

첫째, 재해가 반복되는 특성을 고려하여 과거의 산업 재해 발생 기인물별, 발생형태별 분석을 통하여 기계기구, 설비 등 작업특성과 부상의 유형을 분석하였다.

둘째, 가능성과 중대성의 크기를 판단할 수 있는 기준을 제시하였다. 버드이론을 이용 빈도율을 산출하고, ILO 재해구분에 따른 근로손실일수에 따라 강도율을 산출하여 리스크를 정량화하였다.

셋째, 사례연구에서 나타난 것과 같이 기계적, 전기적 요인보다 화학적 요인의 위험성을 크게 평가하는 것과 같은 평가자의 주관적 요소를 가급적 배제하였다.

사례연구를 통한 연구결과는 Table 13과 같다. 기계적 요인 10건, 전기적 요인 2건, 화학적 요인 4건 등 총 16건에 대한 위험성평가를 실시하였다. 그 결과 재해통계기반 위험성평가 방법이 기존의 평가방법(4M, KRAS)보다 리스크가 높게 나타났다<sup>16)</sup>. 기존의 방법이나 재해통계기반 평가 방법 중 어느 것이 맞다고 할 수 없다. 각 평가방법마다 장단점이 있기 때문이다. 특이한 점은 화학적 요인 평가는 평가대상 4건의 유해위험 요인 중 3건이 기존의 방법으로 평가한 결과가 높게 나타났다. 이러한 결과는 화학사고의 위험성, 언론보도, 피해범위 등 평가자의 주관적인 요소가 평가에 반영되고 있는 결과임을 확인하였다.

Table 13. Risk assessment examples

Identifying Hazardous Risk Factors			4M(3*3) KRAS(Korea Riskassessment system)(5*4)			Risk assessment based on industrial accident statistics(5*4)			
Classification	Cause	Hazardous Risk Factors	likelihood	Severity	Risk	likelihood	Severity	Risk	
1. Mechanical (Facility) Factors	Dangerous part of the machine (equipment) (fall, rain, rollover, collapse, evangelism)	Falling into vehicle movement during loading	1	2	2	2	3	6	
		Loaded while unloading tank lorry	1	2	2	4	2	8	
		Pump Compressor Trapped in Rotation	3	1	3	2	3	6	
		Adhesion/Cutting by Cutter	3	1	3	2	3	6	
		Pump Rotation/Round-Round Squeeze	3	1	3	3	2	6	
	Workshop Hazardous Part	Upper Temperature Contact Around Reactor	1	2	2	2	2	4	
		Piping in workshop (outdoor) floor	3	1	3	4	3	12	
		Conduction by contaminated floors.	3	1	3	4	4	16	
		Forklift Hazardous Part	Forklift truck hit object in motion	3	1	3	3	3	9
			Loads Falling During Travel	3	1	3	4	3	12
Forklift Collision	3		1	3	4	3	12		
2. Electrical Factors	Chemical Work Hazardous Part	Carried on forklift	3	1	3	4	4	16	
		Forklift Truck Falling	3	1	3	2	3	6	
	Electrical Hazardous Parts dangerous part	Static ignition during loading : Flammable liquid (or organic solvent)	1	2	2	3	2	6	
		Electric shock caused by electrical equipment	1	2	2	4	3	12	
3. Chemical (material) factors	Chemical Work Hazardous Part	Ignition of Flammable Liquid Vapor In-Reactor Contact	2	3	6	2	3	6	
		Fire from outside into tank	2	3	6	3	3	9	
		Firearms work in the workplace.	2	3	6	3	3	9	
		Contact at high temperature, etc. in a gas welding system.	1	2	2	4	3	12	

즉 작업과 관련된 익숙한 부분은 과소평가하고 그렇지 않은 부분은 과대평가로 나타날 수 있다. 또 과대평가 되는 것이 반드시 나쁜 것은 아니다. 폭발, 화재와 같은 사고유형은 빈도가 낮지만 강도는 높게 나타날 수 있다. 이러한 결과는 위험성평가 결과 후 추가로 사업장 내 또는 외부의 전문가의 판단이 반영되어 한층 더 작업에 주의할 수 있기 때문이다.

기존의 위험성평가 방법과 재해통계 방법의 가장 큰 차이점은 중대성과 가능성의 등급기준의 적용이다. 기존의 방법에 의한 중대성은 등급기준 적용 시 치명적, 중대, 중등정도, 경상으로 분류하였다, 가능성은 매우높음, 높음, 보통, 낮음, 매우낮음으로 분류하여 평가자마다 주관적이다. Table 14는 기존의 일반적인 방법이다.

재해통계기반 위험성평가는 과거 재해발생통계를

Table 14. Estimation and determination table of right-hand estimates by multiplication formula

Likelihood(Example)			
Sortation	Likelihood		Content
Very high	Very unlikely	5	Very likely to cause damage
Medium	Unlikely	4	Damage is likely to occur
Medium	Possible	3	Carelessness can cause damage
Low	Likely	2	Less likely to cause damage
Very low	Very likely	1	Very unlikely to cause damage

Consequence(Example)			
Sortation	Consequence		Content
Maximum	Death (Disability Occurred)		4 Very likely to cause damage
Large	Closed (Injury/Dis-ease)		3 Damage is likely to occur
Medium	Hospital Treatment		2 Carelessness can cause damage
Small	Untreated		1 Less likely to cause damage

Table 15. Risk Rating Criteria Based on Industrial Accident Statistics

Sortation	Likelihood(frequency) grade base (%)	Bird theory Application
5	93.67~100	600/641*100
4	4.67~93.60	30/641*100
3	1.57~4.66	10/641*100
2	0.17~1.56	1/641*100
1	~0.16	No Accident

Consequence Level	Physical disability grade	Labor loss days
4	Death and grades 1 to 3	7,500days
3	Grades 4 to 14	50~5,500days
2	Temporary or some parts of incapacity for work	7~49days
1	First-aid injury or No injury	0~6days

기반으로 한다. 가능성은 버드의 사고 연쇄성 이론을 적용한 재해발생건수에 등급적용, 중대성은 ILO의 재해구분에 따라 평균근로손실일수로 등급을 적용한 점이다. Table 15는 재해통계기반에 의한 방법이다.

### 5. 결론

재해발생 매카니즘 중 작업자의 지식의 결여, 태도 불량, 불안정한 속도조작 등 불안정한 행동으로 인한 잠재재해는 위험성평가에 반영하기 어렵다. 이러한 경우에는 유사한 기인물을 찾아 리스크를 산출하거나, 자체적으로 갖고 있는 유의한 자료, 경험 등을 고려하여야 한다. 즉 위험성이 통계자료가 있지 않은 경우에도 일정한 근거가 있는 경우에는 그 근거를 기초로 하여 위험성이 존재하는 것으로 리스크를 산출하여야 한다.

산재통계기반 위험성평가의 특징은 과거 재해사례를 바탕으로 실질적인 잠재위험의 크기를 숫자로 표현한다. 위험성 기준을 가급적 명확히 설정하고자 하는 것이다. 즉 위험성의 상대적 크기를 예측하는 것까지를 포함한다. 재해는 반복되는 특성이 있다. 그러나 사업장에서 활용이 가능한 자료가 적절하게 사용되고 있는지에 대한 검토가 필요하다. 재해통계기반 위험성평가는 기존의 작업 위험성평가 보다 구체적으로 리스크를 산정할 수 있다. 즉 중대성과 가능성의 크기를 과거 발생한 산업재해통계를 기반으로 어느정도 정량화 하였다는 점에서 다른 위험성평가와 다르다고 할 수 있다.

이 연구는 사업장에서 사용하는 작업과 관련된 위험성평가의 한 예이다. 향후 더 많은 위험성 평가 기준 자료를 기반으로 하는 위험성평가 사례 연구 또 다른 척도를 사용할 수 있는 근거자료를 찾아서 보완되어야 할 것이다.

위험성평가는 국제적으로 표준화된 안전관리기법으로 자리 잡았다고 할 수 있다. 외국의 경우 정부에서 중대성과 가능성의 등급기준을 제시하고 각 사업장에서 그 특성에 맞는 매트릭스를 사용 위험성을 결정한다. 예를 들어 “A”사의 경우, 위험이 미치는 영역을 크게 사람, 자산, 환경, 평판 4가지로 분류한다. 각 영역별 분류기준은 과거 발생한 사고들의 정량적 분석을 통해 구축된 Database를 통하여 가능성과 중대성의 기준을 수립한다. 해당 가중치 별로 각 단계별 최종 승인권을 직급별로 다르게 둔다. 책임자의 승인을 통해 즉각적인 위험 제거 및 위험 통제 범위를 정한다. 그리고 위험을 수반한 상태에서의 실행 가능 여부를 확정

Table 16. Examples of foreign initiatives

No.	Promotion case	Country
1	ISO 31000 : Risk management - Principles and guidelines	ISO
2	ISO/IEC GUIDE 51 : Safety aspects - Guidelines for their inclusion in standards	ISO
3	ILO : Guidelines on occupational safety and health management systems ILO-OSH 2001	ILO
4	EU : Guidance on risk assessment at work	EU
5	HSE : Five steps to risk assessment	England
6	HSE : A Guide to Risk Assessment Requirements	England
7	A Risk Management Standard (AIRMIC, ALARM, IRM)	England
8	Notice on the Risk and Hazard Assessment Guidelines	Japan
9	Instantly available risk assessment methods	Japan

하게 구성한 것이 특징이다. 따라서 우리나라도 이러한 국제적 흐름에 맞게 위험성평가가 사업장의 자율적 안전보건활동을 활성화하는 수단이 될 수 있도록 사업장 실정에 맞는 평가 방법이 필요할 것이다. Table 16은 주요국의 추진사례이다.

### References

- 1) N. K Park, Korea Occupational Safety and Health Agency, A Study on the Development of Risk Assessment System for Risk Assessment “Presentation data”
- 2) J. B. Baek, “A Study on Reinforcing Method of Risk Assessment”, Korea Occupational Safety and Health Agency, p. 59, 2015.
- 3) Ministry of Employment and Labor Notice, Guidelines on the Risk Assessment of Business Sites 2020-53 (Amendment 2020.1.4.)
- 4) J. W. Jung, “A Study on the Implementation of Risk Assessment System at Workplace in Korea”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 29, No. 3, pp. 121-126, 2014.
- 5) Georgi Popov, Bruce K, Lyon, “Risk Assessment: A practical Guide to Assessing Operational Risk”, Wiley, 2015.
- 6) J. T. Song, “Risk Assessment and Analysis Techniques”, Seongandang, pp. 101-344, 2017.
- 7) Step Change in Safety, Task Risk Assessment Guide GUIDE, 2007.(ISBN-10 : 1905743122)
- 8) D. Y. Park et, “Development and Introduction of an OSH Regulatory Framework Based on Risk Assessment for Korean OSH Regulation Systems and Policy”, Korea Occupational Safety and Health Agency, pp. 309-310, 2009.
- 9) J. G. Kang, “A Study on the Practical Application of Risk Assessment for Medium and Small-sized Manufacturing Industry”, Master’s Thesis of Korea National University of transportation, pp. 43-49, 2018.
- 10) The Korea Occupational Safety and Health Agency, “Risk Assessment Guidelines Manual”, 2020.
- 11) Kawakami Tsuyoshi, “Risk Assessment At Workplace”, Hanwool Academy, pp. 94-101, 2009.
- 12) Ministry of Employment and Labor, Current status of industrial accidents Statistics, 2015-2019.
- 13) Martin Anderson and Michael Denkl, “The Heinrich Accident Triangle - Too Simplistic A Model For HSE Management in The 21st Century?”, Society of Petroleum Engineers, 2018.
- 14) Hughes, Phil and Ferrett, “Introduction to Health and Safety at Work”, Elsevier, p. 86, 2009.(ISBN-10 : 1856176681)
- 15) I. J. Shin, “Comparative Study on the Institutional Framework of Risk Assessment between German, UK and Korea, Japan in Asian Countries”, J. Korean Soc. Saf., Vol. 28, No. 1 pp. 152-153, 2013.
- 16) The Korea Occupational Safety and Health Agency, “KRAS Risk Assessment Support System”, Kras.kosha.or.kr