

산업재해 원인분석의 신뢰도 제고방안 연구

최기흥[†]

한성대학교 기계시스템공학과

(2014. 7. 16. 접수 / 2014. 11. 5. 수정 / 2014. 11. 12. 채택)

Improvement of Reliability in Cause Analysis of Industrial Accidents

Gi Heung Choi[†]

Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University

(Received July 16, 2014 / Revised November 5, 2014 / Accepted November 12, 2014)

Abstract : Safety certification and inspection of dangerous machines and equipments used in industries are to save lives of workers and properties involved. Cause analysis of industrial accidents is essential to prove the effectiveness of such certification and inspection. This study focuses on suggesting systematic method for cause analysis of industrial accidents associated with dangerous machines and devices. Incorporating transition from the current user-oriented indirect regulations to more manufacturer and user balanced direct regulations, suggested method coupled with safety certification, safety inspection, safety management and safety education will guarantee more effective prevention of industrial accidents.

Key Words : dangerous machines and devices, cause analysis, industrial accidents, safety certification, safety inspection

1. 서론

산업 현장에서 쓰이는 위험기계 및 기구에 의한 사고는 작업자에게 사망을 포함한 회복 불가능한 손상을 초래할 수도 있고 사회와 고용자에게도 막대한 경제적 손실을 발생시킨다. 이러한 이유로 현재 위험도가 높은 산업용 위험기계 및 기구의 안전성 및 국제 경쟁력 확보를 위한 안전인증(이하 자율안전확인 포함)과 안전검사 제도가 실시되고 있으며 다양한 국제기준의 적극적인 도입도 시도되고 있다.

안전인증 및 안전검사 제도의 타당성 및 실효성을 입증하고 개선하기 위해서는 위험기계 및 기구와 관련된 산업재해의 분석이 필수적이다. 본 논문에서는 우선 산업용 위험기계 및 기구의 안전한 사용과 관련된 바람직한 규제의 형태를 검토한다. 이를 토대로 규제의 타당성 및 실효성을 뒷받침하고 개선방향을 제시하기 위한 관련 산업재해의 분석방법을 제안한다.

2. 규제의 변화필요성

산업현장에서 사용되는 많은 위험 기계 및 기구 관

련 규제의 대상은 사용자(대부분의 경우 사업주)이다. “산업안전보건기준에 관한 규칙”에 사용자를 대상으로 일부 안전, 방호장치의 부착을 의무화 하고 있는 것이 한 예이다. 즉, 사용자인 사업주에게 안전한 기계 및 기구의 설치와 사용을 강제하는 “간접규제”를 규정하고 있다. 근로자가 사용하는 것을 전제로 사업주가 위험기계 및 기구를 구매하는 경우 근로자의 안전을 고려하여 제조자에게 안전기능 또는 이를 위한 특정부품의 사용을 요구하거나 사업주 스스로가 필요한 안전기능을 설치하도록 사업주를 간접규제하고 있다. 일반적으로 간접규제의 내용은 매우 단순하지만 다양한 문제점을 내포하고 있다¹⁾. 따라서 사용자 중심의 간접규제를 통해서 위험기계 및 기구 관련 재해의 근본적인 예방이 불가능하다.

안전한 산업용 위험 기계 및 기구의 보급과 사용을 위한 제도의 실효성 확보를 위해서는 위험기계 및 기구의 제조단계(위험의 생산단계)와 사용단계(위험의 소비단계)에서 각각의 주체 (제조자와 사용자)에게 독립된 안전성확보 제도를 적용하고 사고를 예방하기 위한 노력을 차별화하는 것이 바람직하다. 즉, 근원적 안전성을 확보함으로써 규제의 실효성을 높이고 안전한

[†] Corresponding Author :Gi Heung Choi, Tel: +82-10-2290-9434, E-mail: gihchoi@hansung.ac.kr

Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University, 116, Samsungyo-ro 16-gil, Sungbuk-gu, Seoul 136-792, Korea

기계 및 기구의 제조 및 사용을 위한 적절한 규제강도를 유지하는 것이 필요하다.

사용자 대상 간접규제의 문제점을 해소하고 대부분의 위험기계 및 기구 사용자(사업장)의 규모가 영세하고 안전의식 및 준법의식이 취약한 현실을 반영하기 위해서는 제조자 대상의 제품안전성 확보를 위한 제도인 안전인증과 사용자 대상의 안전검사 등 제도의 대상 및 범위를 명확히 구분하여 적용할 필요가 있다. 예를 들면, 제품의 특성상 장시간 사용되는 내구성 제품이며 제조 후 사용단계에서 마모, 열화 등으로 제품의 안전기능이 저하될 우려가 있어 적절한 유지, 보수가 필요하다고 판단될 경우에는 안전검사를 통해 사용자에게 제품의 안전성 확보를 요구할 수 있다. 마모, 열화 등에 의한 제품기능저하 그리고 이에 따른 안전성 훼손 등의 문제가 없다고 판단되면 사용자 대상의 안전성 확보 제도는 불필요하다.

3. 재해원인 데이터분석 방법

재해예방 정책을 수립하고 시행하려면 위험의 생산 단계에서 위험원 또는 위험성의 발생을 억제해야 한다. 이는 곧 재해원인 제공자별로 차별화된 재해예방 정책, 제도 및 규정이 필요함을 의미한다. 또한 참고문헌 [2]에서 논의된 바와 같이 위험기계 및 기구와 관련된 산업재해의 예방을 위해서는 실효성이 떨어지는 사용자 중심의 간접규제에서 제조자와 사용자를 “균형”있게 규제하는 직접규제로의 전환이 필요하며 이러한 규제의 변화 필요성에 발맞추어 산업재해의 분석을 통한 객관성확보도 중요하다. 이 때, 균형이라 함은 앞에서 언급한 바와 같이 규제적용 대상 및 범위의 합리적 조정을 의미한다.

본 연구에서는 재해원인의 체계적인 분석을 위해 다음과 같은 산업재해 원인분석 방법을 제안한다. Fig.1은 현재 시행 중인 일반적인 Check-list 형태의 재해원인 조사표²⁾의 구조와 이로부터 얻어진 정보의 처리절차를 나타낸다. Check-list 형태의 설문은 단순질문의 평면적인 배열형태로 구성되기 때문에 재해예방을 위한 실태파악과 유용한 정보의 추출을 위해서는 별도의 정보처리 과정을 거쳐야 한다. 즉, 재해원인 분석에 필요한 유용한 정보만을 가려내는 과정이 필연적이며 이에는 많은 시간과 노력이 소요된다. 특히, 산업용 위험기계 및 기구와 같이 제품의 형태를 정의하기 어렵고 적용현장에 따라 제품의 규모, 기능이나 특성이 다양할 경우 이러한 정보처리과정을 거친다하여도 유용한 정보를 얻는다는 보장이 없다.

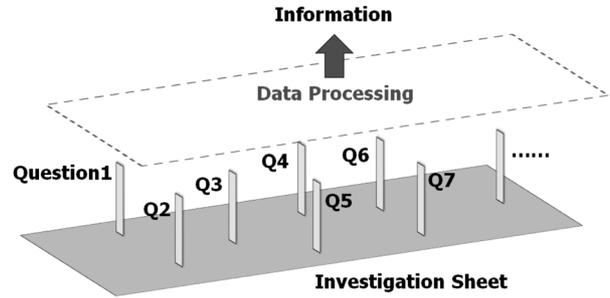


Fig. 1. Questions in check list structure for investigation of industrial accidents.

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하고자 Fig.2와 같은 Tree 구조를 갖는 재해원인 조사표의 구성과 이를 적용한 분석을 고려한다. 이의 특징으로는

- 데이터분석 시 원시 데이터의 내용에 따라 다양한 설문의 흐름을 선택해야 하기 때문에 조사표 중 설문의 흐름이 바뀔 수 있으며
- Tree 구조를 따라 설문의 흐름이 단말에 다르면 설문은 종료된다.
- 조사표의 설문흐름 자체가 일종의 정보를 제공하므로 대부분의 경우 별도의 정보처리 절차가 불필요하다.

따라서 이러한 조사표의 장점으로는 설문의 흐름에 따라 설문의 절대량이 감소하며 설문과 동시에 유용한 정보의 취득이 가능하다는 점이다. 그러나 설문지 작성에 지식과 경험이 필요하며 설문자의 전문성이 일부 요구된다는 점은 단점이다. 단점을 극복하고 효율적인 설문을 위해서는 다음과 같은 전제조건이 필수적으로 요구된다.

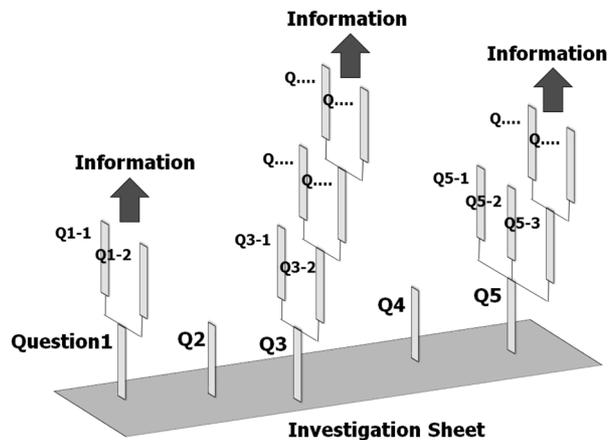


Fig. 2. Questions in tree structure for investigation of industrial accidents.

- 재해원인 조사표 작성자가 산업용 위험기계 및 기구의 구조와 기능에 대한 기본적인 지식과 경험이 있어야 하며 산업안전과 재해예방에 대한 전반적인 경험 또는 지식이 있으면 더욱 좋다.
- 데이터 분석원(Data Analyst)이 Tree 구조의 특성을 이해하고 설문지의 흐름을 고려하여 필요한 설문만 발췌하여 분석하는 것이 필요하다.

4. 위험기계, 기구관련 정보 및 재해원인의 분류

4.1 재해관련 위험기계 및 기구 정보

다음은 재해사례를 조사하고 각 재해건별로 해당 위험기계 및 기구 관련 제도의 실효성과 안전성에 관한 분석이 필요할 경우 필수적인 정보이다. 이와 같은 정보는 재해분석을 통한 개선책 제시에 활용될 수 있으며 자세한 예는 다음 장에서 논의된다.

- 안전인증대상 여부
- 안전검사대상 여부
- 안전/방호장치 설치대상 여부
- 설치대상일 경우 설치여부
- 고정형/휴대형 구분

4.2 재해원인 분석을 위한 분류

Fig.3은 산업재해 데이터 중 위험기계 및 기구 관련 데이터의 프로세싱을 통한 재해원인 분석의 흐름도이다. 재해원인은 크게 보아 기술적, 관리적 그리고 교육적 원인으로 구분하였고 추가적으로 발생형태, 작업내용, 재해정도 및 예방가능 여부 등을 분석할 수 있다.

1) 재해원인별 분류

Table 1은 한국산업안전보건공단에서 조사하고 고용노동부가 매년 발표하는 산업재해 중 사망재해 원인분

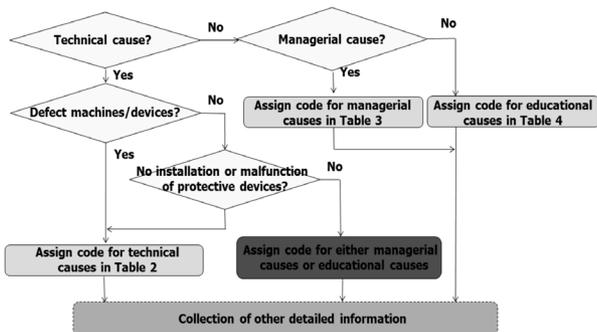


Fig. 3. Flow chart for cause analysis of industrial accidents associated with the dangerous machines and devices.

석 체계이다. 표에 따르면 사망재해를 직접원인(불안전 상태, 불안전 행동) 그리고 관리적 원인으로 분류하고 이를 다시 다양한 원인으로 세분류하고 있다. 표에서 음영부분은 관련 위험기계 및 기구 제조자가 재해의 원인을 제공한 경우이며 나머지는 사용자 (사업주 및 근로자 포함)가 원인을 제공한 경우이다. 원인항목

Table 1. Classification of causes of deaths in industrial accidents

Direct causes		Managerial causes
Unsafe state	Unsafe act	
Defective materials	Access to danger area	(1) Technical causes
Defective protective devices	Removal of protective functions	Defective structures, facilities or machines
Defective PPEs or clothes	Misuse of PPEs or clothes	Inappropriate structure materials
Inappropriate arrangement of materials and work place	Misuse of machines or devices	Inappropriate manufacturing methods
Defective work environment	Maintenance without power-off while machine is operating	Inappropriate inspection or maintenance
Defective manufacturing processes	Unsafe manipulation of speed	Others
Defective sign of boundary	Unsafe handling of hazardous materials	(2) Educational causes
	Negligence of unsafe state	Lack of safety knowledge
	Unsafe posture act	Misunderstanding of safety rules
	Insufficient supervision and communication	Poor training or experiences
		Insufficient education for operations methods
		Insufficient education for hazardous or dangerous operations
		Others
		(3) Operations managerial causes
		Inappropriate safety organization
		Lack of operation manuals
		Insufficient preparation for operations
		Inappropriate allocation of workers
		Inappropriate operation orders
	Others	(4) Others
Non-classifiable	Non-classifiable	(5) Non-classifiable

Source: Ministry of Employment and Labor, Korea
Shaded causes represent the ones in manufacturing stage.

수를 기준으로 할 때, 제조자가 원인을 제공한 경우는 7개 항목에 지나지 않으며 사용자가 원인을 제공하는 경우는 26개 항목이다 (기타 및 분류불능 항목은 제외). 이는 현행 위험기계 및 기구 안전성 확보제도가 사용자 중심의 간접규제 위주인 현실을 반영하고 있다. 또한 사망재해의 원인제공자 즉 제조자 또는 사용자가 평면적으로 혼재되어 있어 이러한 재해분석에 근거한 재해예방 정책은 논리적이지 못하고 실효성이 떨어질 수 있다.

본 연구에서는 Table 2, Table 3 및 Table 4와 같은 위험원의 제공자를 제조자와 사용자로 구분하고 사용자가 위험원 제공자인 경우 관리적 원인과 교육적 원인으로 다시 분류하는 재해원인 분류체계를 제안하고 각각의 재해원인에 고유의 코드를 부여하였다. 각각의 재해원인은 대분류, 중분류 및 소분류의 Tree 구조에 재해원인의 분석이 단순화 되는 이점이 있다. 기존 고용노동부의 사망재해 원인분석 체계 중 각각의 원인 항목은 소분류 항목으로 수용하되 위험기계, 기구 또는 보호구 등의 결함과 직접적인 연관성을 객관적으로 입증하기 어려운 생산공정의 결함은 제외하였다.

이와 같은 재해원인 분석체계를 통하여 위험원의 제공자를 분명히 하여 사용자 중심의 간접규제에서 제조자 및 사용자 모두를 대상으로 하는 균형 있는 직접규제로의 규제전환의 타당성을 검증할 수 있다. 또한, Fig.2 및 Fig.3에 제시된 재해원인의 체계적인 조사를 가능케 하여 효과적인 관련 재해예방 대책수립에 기여할 것으로 판단된다.

Table 2. Classification of causes of industrial accidents by manufacturers

Classification level			Code
High	Middle	Low	
Technical causes	Defective machines, devices or PPEs	Mechanical causes	111
		Electrical causes	112
	No installment of protective devices	No installment of protective devices	113
		Defective structure	114
		Defective structure materials	115
	Defective sign of boundary	Defective sign of boundary	116
		Defective PPEs or clothes	117
	Others	Others	119
		Defective protective devices (including malfunctioning)	120
	Others		

Table 3. Classification of causes of industrial accidents by users (employers and workers*) – managerial causes

Classification level			Code		
High	Middle	Low			
Managerial causes	Unsafe act	Non-compliance of operation procedures	210		
		Access to danger area	211		
		Misuse of PPEs or clothes	212		
		Misuse of machines or devices	213		
		Maintenance without power-off while machine is operating	214		
		Unsafe manipulation of speed	215		
		Unsafe handling of hazardous materials	216		
		Unsafe posture acts	217		
		Simple misconduct during operation	218		
		Others	219		
		Unsafe state	Removal, shut off or alteration of protective devices after installation	Removal, shut off or alteration of protective devices after installation	220
				Inappropriate arrangement of materials and work place	221
				Defective work environment	222
				Other negligence of unsafe state	229
				Others	230
		Technical causes	Inappropriate manufacturing methods	Inappropriate manufacturing methods	230
				Inappropriate inspection or maintenance	231
				Others	239
		Operations managerial causes	Inappropriate safety organization	Inappropriate safety organization	240
Lack of operation manuals	241				
Insufficient preparation for operations	242				
Inappropriate allocation of workers	243				
Inappropriate operation orders	244				
Insufficient supervision and communication	245				
Others			249		

*: Workers include both employees and the self-employed.

Table 4. Classification of causes of industrial accidents by users (employers and workers*) – educational causes

Classification level			Code	
High	Low			
Educational causes	Lack of safety knowledge		301	
	Misunderstanding of safety rules		302	
	Poor training or experience		303	
	Insufficient education for operation methods	Insufficient education for operation methods		304
		Insufficient education for hazardous or dangerous operations		305
	Others			309

*: Workers include both employees and the self-employed.

2) 재해발생 형태별 분류

산업재해기록 분류에 관한 Kosha Code에 정의된 재해발생 형태를 단순화하여 적용하되 Table 5와 같이 위험기계 및 기구가 원인인 경우는 별도로 구분하였다.

- 0: 물체 및 설비에 접촉
- 2: 유해/위험물질 및 환경에 노출/접촉
- 3: 화재 등 특정사고

Table 5. Cause of industrial accidents by types of occurrence*

Classification Level		Code
High	Low	
Contact with materials/machines and devices	Nip, winding	01
	Fall, flying	02
	Collision	03
	Contact with materials and machines	04
	Electric shock by contact	05
Exposure/contact with hazardous materials/environment	Exposure/contact with hazardous materials/environment	21
	Unusual temperature	22
	Hazardous light	23
	Vibration and noise	24
Accident	Fall	31
	Trip, overturn	32
	Collapse	33
	Compression	34
	Fire	35
Others		99

*: Shaded causes represent the ones associated with dangerous machines and devices used.

3) 작업내용별 분류

생산, 설치/해체, 정비/보수, 작업준비, 출고전 시운전, 기타 등으로 구분할 수 있다.

4) 재해의 정도에 따른 분류

산업재해기록 분류에 관한 Kosha Code에 정의된 재해의 정도에 관한 분류를 적용할 수 있다.

5) 예방가능 여부에 따른 분류

일반적으로 모든 재해는 기술적, 관리적 또는 교육적 재해요인의 해소를 통해 예방이 가능하나 위험기계 및 기구의 결함을 개선하는 것은 위험원의 제거를 통한 근원적 예방이 가능한 경우이다. 본 연구에서는 위험기계 및 기구의 결함개선으로 기술적 재해요인의 해소를 통한 예방이 기대효과가 클 것으로 판단되므로

이를 따로 분리하여 분석할 것을 제안한다. 예방이 가능한 재해는 기계, 기구 또는 보호구 등 자체의 결함(재해원인코드 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 119)과 안전/방호장치 설치 후 작동불량(재해원인 코드 120)으로 제한된다.

5. 산업재해 분석의 예

본 연구에서 제안된 재해분석의 신뢰도 제고를 위한 체계의 타당성 및 실효성은 참고문헌 [2]에 제시된 산업기계관련 재해원인 분석결과를 토대로 확인할 수 있다.

1) 재해원인의 재해석

Table2, Table 3 및 Table 4와 유사한 형태의 재해원인 분류체계를 적용한 2009년도 재해원인 분석결과에 따르면 전체 산업기계 및 기구관련 산업재해 28,441건 중 76.92%는 기계 및 기구 자체의 결함 또는 안전/방호장치 작동불량에 의한 재해인 것으로 분석되었다²⁾, Table 6. 이에 비하여 사용단계에서 발생한 관리적 원인에 의한 재해는 21.03%이었으며 교육적 원인에 의한 재해는 0.44%에 지나지 않았다. 따라서 대부분의 재해원인은 제조단계에서 발생함을 알 수 있고 제조단계에서 위험원의 제거를 통한 재해예방이 보다 효과적일 것으로 판단된다.

실례로 참고문헌 [1]에 따르면 2008년도 총 재해건수 중 안전인증 대상 품목이 차지하는 비중은 23.0%이며 안전인증제도가 시행된 2009년도 이후에는 2009년 17.02%, 2010년 22.86% 그리고 2011년도 18.43% 등 재해비중이 점차 낮아지는 추세에 있다. 반대로 안전인증 비대상 기계 및 기구의 총 재해건수 비중은 2008년 76.78%에서 2009년 82.89%, 2010년 76.86%, 2011년 81.25% 등 점차 높아지는 추세에 있다. 안전인증 대상 품목의 수가 전체 산업용 위험기계 및 기구 121품목의 6.61%로 제한적이고 비대상 품목비중이 90.9%임을 고려하면 안전인증 대상 품목의 확대를 통해 제조단계에서의 위험발생 억제가 필요하다.

2) 방호장치 설치여부를 통한 간접규제의 실효성 검증

2009년 현재, 전체 분류대상 121개 품목 중 73개 품목(60.33%)이 방호장치 설치대상 기계 및 기구였으며 나머지 48개 품목(39.67%)은 비대상 품목이었다. 2009년도 전체 28,441건의 산업기계 및 기구 관련 재해 중 15,298건(53.79%)이 방호장치 설치대상 기계 및 기구 관련 재해였으며 13,143건(46.21%)은 비대상 산업기계 및 기구 관련 재해였다³⁾.

Table 6. Causes of industrial accidents associated with dangerous machines and devices in 2009²⁾

Classification level			No. of cases (%)
High	Middle	Low	
Technical causes	Defective machines, devices and PPEs	Mechanical causes	9845 (34.62)
		Electrical causes	334 (1.20)
		No installment of protective devices as required	351 (1.23)
		Others	6299 (22.14)
		Malfunction of protective devices after installation	139 (0.48)
	Others	4909 (17.26)	
	Sub-total		21877 (76.92)
	Managerial causes	Non-compliance of operation procedure	544 (1.91)
		Removal, shut-off or alteration of protective devices after installation	57 (0.20)
		Maintenance while machine is operating	545 (1.92)
Maintenance or cleaning without power-off while machine is operating		450 (1.58)	
Others		3346 (11.77)	
Simple misconduct during operation		1038 (3.64)	
Others		5980 (21.03)	
Educational causes		126 (0.44)	
Not classified		458 (1.61)	
Total		28441 (100)	

방호장치 설치대상 기계 및 기구관련 재해건수 비율과 품목비중 간 비율은 53.79/60.33=0.89이며 비대상 기계 및 기구의 경우 46.21/39.67=1.16이다. 2008년에는 위 비율은 각각 대상 산업기계 및 기구의 경우 60.48/60.33=1.00, 비대상 기계 및 기구의 경우 39.52/39.67=1.00로 대상과 비대상 기계 및 기구 간 차별되지 못했던 점을 고려하면 방호장치 설치에 따른 재해예방의 실효성이 확인되어 상황이 개선되었다고 할 수 있다.

그러나 위와 같은 통계분석은 문제점도 동시에 의미한다. Table 7은 2009년도 안전검사 대상 12개 위험기계와 관련된 재해건수와 방호장치 설치 여부를 나타낸다⁴⁾. 표에서 국소배기장치를 제외한 모든 안전검사 대상 기계는 방호장치 설치대상이며 “설치건수”는 안전검사 대상 기계와 관련된 사고건수 중 규정에 따라 방

Table 7. Number of industrial accidents and number of safety devices installed cases associated with 12 machines and devices subject to safety inspection in 2009⁴⁾

Machines and devices	Number of installed cases (%)*
1. Press	629(43.98)
2. Shearing machine	306(36.25)
3. Tower crane	30(41.09)
Crane and hoist	398(61.04)
4. Lift for construction sites	9(47.36)
Lift for general use	51(30.17)
5. Pressure vessel	1(100)
6. Gondola	2(14.28)
7. Local ventilation equipment**	0(0)
8. Centrifuge	0(0)
9. Chemical equipment with supplements	18(69.23)
10. Drying equipment with supplements	5(21.73)
11. Roller for Rubber/synthetic resins	15(23.07)
Roller for general use	55(50.45)
12. Injection molding machine	123(58.57)

*: “Number of installed cases” implies the number industrial accidents associated with dangerous machines and devices where protective devices were installed properly as required by the applicable regulations. The ratio (%) represents the relative portion of cases with protective devices properly installed among all industrial accidents associated with dangerous machines and devices.

** : All machines and devices above are subject to installation of protective devices by the applicable regulations except the local ventilation equipment.

호장치가 설치된 경우를 의미한다. 비율(%)은 전체 관련 사고건수 중 방호장치가 설치된 건수의 상대적인 비율을 의미한다.

전체 관련 재해건수 중 방호장치 설치대상임에도 불구하고 실제로 설치된 상태에서 발생한 재해건수의 평균 비중은 반을 넘지 않는다. 방호장치 설치 의무자가 사용자이고 이들 방호장치의 설치 및 정상작동 여부는 안전검사를 통해서만 확인가능한 점을 고려할 때 사용자 대상의 이러한 간접규제는 실효성은 떨어진다고 할 수 있다. 또한 사용자에 의해 추가로 설치된 방호장치의 재해예방 기능과 적절성 또한 위험기계의 제조자에 의해 설치된 경우에 비하여 우수하다고 할 수 없다. 이러한 이유로 위험기계 및 기구에 설치되는 방호장치는 제조단계에서 제조자에 의해 설치 및 제조되는 것이 바람직하며 이는 안전인증을 통해 직접규제될 수 있다.

3) 고정 또는 이동에 따른 위험성의 차별화

산업용 기계 및 기구의 특성상 특정위치에 고정된 상태에서 사용되는가 아니면 기계 및 설비의 이동이

필요한가에 따라 구분하여 재해분석을 실시하였다. 즉, 이동형 기계 또는 기구는 주로 휴대용 또는 인력용 기계, 기구로 양중설비: 크레인, 리프트, 곤도라, 고소작업대, 양중기, 윈치, 승강기(에스컬레이터, 엘리베이터) 등과 각종 전동기계, 수공구를 포함하는 총 53품목을 의미한다. 고정형 설비, 기계는 위 이동형을 제외한 고정된 위치 설치하여 사용하는 모든 기계 및 기구로 총 61품목이 이에 해당된다. 고정형 61품목은 산업재해 기인물로 분류되는 전체 산업용 기계 및 기구 121개 품목(기타 및 분류불능 포함)의 50.4%를 차지하며 이동형 53품목은 43.8%를 차지한다. 분류불능 7품목은 5.8%를 차지한다.

Table 8에 제시된 재해분석 결과에 따르면 이동형 기계 및 기구 관련 재해강도율(사망재해/재해건수)이 고정형에 비해 3배 정도 높음을 알 수 있다. 이는 이동형 위험기계 및 기구의 경우 적절한 안전 및 방호장치의 설치가 어렵기 때문에 작업자가 상대적으로 더 위험에 노출되기 때문이다.

독일의 예를 참고하면, 이동형 위험기계, 기구는 위험성이 높고 이동하기 때문에 일관된 방호의 개념을 적용하기가 어려워 사망재해가 높다¹⁾. 반대로 기계의 위험성이 높아도 특정 위치에 고정되어 있으며 기계의 특성과 기능 및 사용형태에 따라 방호장치를 명확하게 정의하고 설치, 운용할 수 있는 경우 고정형의 경우 사망 재해율을 0에 가깝게 유지할 수 있다.

따라서 특히, 고정 또는 이동형 위험기계 및 기구에 대한 안전인증을 차별화 하여 가급적 내재된 위험성이 높은 이동형 기계 및 기구의 안전인증 대상품목 지정이 확대되어야 한다. 또한, 고정형의 경우 사용자가 간접규제의 대상이 되는 각종 방호장치 부착의무를 제조 단계에서 제품에 부착을 의무화하여 제조자 중심의 직접규제로 전환함과 동시에 재해예방 효과를 극대화함으로써 규제의 효율성을 증가시킬 수 있다.

Table 8. Comparison of the strength of accidents (number of deaths/number of accidents) associated with the fixed and movable machines and devices in the past 4 years¹⁾

Year	Accident Ratio (%)		Number of deaths (Ratio, %)		A'/A (%)	B'/B (%)
	Fixed, A	Movable, B	Fixed, A'	Movable, B'		
2008	52.46	47.54	70(21.73)	263(78.27)	41.42	194.64
2009	44.30	55.70	67(25.09)	200(74.91)	56.64	134.49
2010	52.59	47.41	75(23.89)	239(76.11)	45.43	160.54
2011	49.79	50.21	85(28.05)	218(71.95)	56.34	143.30

4) 예방가능 여부

참고문헌 [2]에서는 기계, 기구 또는 보호구 등 자체의 결함(재해원인코드 111, 112, 113, 119)과 안전/방호장치 설치 후 작동불량(재해원인 코드 120)으로 제한하여 재해예방 가능여부를 분석하였다. 분석결과에 따르면 안전인증제도 시행 전인 2008년도 산업용 기계 및 기구관련 재해 25,440건 중 예방가능하다고 판단된 재해건수는 17,638건 (69.33%)이며 예방 불가능한 재해건수는 총 7,428건 (29.20%)이다. 분류불가능 한 재해건수는 374건 (1.47%)이었다. 2009년도 예방가능하다고 판단된 재해건수는 16,968건 (59.66%)이며 예방 불가능한 재해건수는 총 11,015건 (38.73%)이다. 분류불능인 재해건수는 458건 (1.61%)이었다. 2008년도에 비해 예방가능하다고 판단된 재해건수의 비중이 69.3%에서 59.7%로 9.6%로 감소하였다. 이는 곧 관련 재해건수는 감소하였어도 재해예방을 위한 기술적 요인 해소 중에서 특히 위험기계 및 기구의 근본적 결함 개선이 필요함을 의미한다. 이와 같은 분석을 통하여 안전인증의 강화와 위험성 평가의 도입 등이 개선책으로 제시될 수 있다.

6. 결론

안전인증 및 안전검사 제도의 타당성 및 실효성을 입증하기 위해서는 위험기계 및 기구와 관련된 산업재해의 분석이 필수적이다. 본 연구에서는 우선 산업용 위험기계 및 기구의 안전한 사용과 관련된 바람직한 규제의 형태를 검토하고 이를 토대로 규제의 타당성 및 실효성을 뒷받침하는 산업재해 분석방법을 제안하였다.

본 연구에서는 제안된 재해분석 방법에 기초하여 과거 위험기계 및 기구 관련 재해원인을 재해석하였으며 방호장치 설치여부를 통한 간접규제의 실효성 검증을 통하여 사용자 대상의 간접규제보다 제조자와 사용자 모두를 대상으로 하는 균형 있는 직접규제가 재해예방에 더 효과적임을 입증하였다. 또한, 고정 또는 이동에 따른 위험성의 차별화와 예방가능 여부 등에 따른 맞춤형 규제의 적용을 통해 기대효과를 극대화할 수 있음도 입증하였다.

제안된 재해분석 방법과 더불어 안전인증, 안전검사, 안전관리 그리고 안전교육 등이 서로 연동된 체계적인 제도 하에서 산업재해 예방은 극대화할 수 있을 것으로 판단된다.

감사의 글: 본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

References

- 1) G. H. Choi, "Enhancement of Safety Certification of Industrial Machines and Devices", Journal of the Korean Society of Safety, Vol.28, No.8 pp.7-11, 2013.
- 2) J. Y. Lee et al., "Risk Assessment of Dangerous Industrial Machines", Research Report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2010.
- 3) Yearly Industrial Accident Analysis Report, KOSHA, 2008-2009.
- 4) G H. Choi, "Is Safety Certification of Industrial Machines and Devices Effective in Reducing Industrial Accidents in Korea?", Safety Science (Submitted for Publication)