

# 산업용 위험기계 및 기구관련 산재예방 정책 연구

최기흥

한성대학교 기계시스템공학과

(2015. 9. 9. 접수 / 2015. 11. 2. 수정 / 2015. 12. 15. 채택)

## Safety Policies on Prevention of Industrial Accidents Associated with Industrial Machines and Devices

Gi Heung Choi

Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University

(Received September 9, 2015 / Revised November 2, 2015 / Accepted December 15, 2015)

**Abstract :** This study suggests systematic procedures to improve safety policies on prevention of industrial accidents associated with industrial machines and devices. Specifically, new method of cause analysis of industrial accidents associated with industrial machines and devices is suggested and the related accident data are re-analyzed. Effectiveness of direct safety regulations such as safety certification, self-declaration of conformity, safety device regulation and safety inspection of industrial machines and devices are also analyzed. Based on those analysis results, transition from the current user-oriented safety device regulation to more balanced direct regulations on both manufacturer and user is suggested. Together with severity and frequency of industrial accidents, unit severity and unit frequency need to be taken into account to further assess the risk associated with a particular industrial machine or device. Balance between safety regulations will be realized by proper adjustment of lists of safety certification and inspection, and certification and inspection standards. This will also guarantee the maximum benefit over cost in such safety regulations.

**Key Words :** industrial machines and devices, cause analysis, industrial accidents, safety certification, safety device regulation, safety inspection

### 1. 서론

산업 현장에서 쓰이는 위험기계 및 기구에 의한 사고는 작업자에게 사망을 포함한 회복 불가능한 손상을 초래하고 사회와 고용자에게도 막대한 경제적 손실을 발생시킨다. 이러한 이유로 현재 위험도가 높은 산업용 위험기계 및 기구의 안전성 확보를 위하여 제조단계에서 안전인증(자율안전확인 포함)과 사용단계에서 방호장치 관련 규제와 안전검사 등 직접규제가 적용되고 있다. 산업용 위험기계 및 기구와 관련된 각종 직접규제에도 불구하고 아직도 많은 산재, 부상자 및 사망자가 발생하고 있어 관련 정책, 제도의 개선 또는 변화가 필요한 실정이다.

본 논문은 Choi<sup>1,2,3)</sup>에 제시된 이전 연구의 결과를 토대로 산업용 위험기계 및 기구관련 정책개선 방안의 제도와 절차의 관점에서 체계적으로 제시한다. Fig. 1

은 산재예방 정책개선을 위한 각 단계별 제도와 절차의 개선방향을 나타낸 것이다. 즉 산업용 위험기계 및 기구 관련 재해예방을 위한 정책의 입안을 위해서는 다음과 같은 이슈를 고려해야 한다.

- 위험기계 및 기구 관련 산업재해의 원인분석 및 신뢰도 제고
- 위험기계 및 기구 관련 사용자 중심의 직접규제에서 제조자와 사용자 간 균형있는 직접규제로의 변화
- 제조자 대상 직접규제(안전인증 또는 자율안전확인) 대상 품목의 분류를 위한 위험성평가 방법 개선
- 사용자 대상 직접규제인 안전인증과 안전검사의 기대효과 추정 및 균형을 통한 기대효과의 극대화

직접규제의 타당성 및 실효성을 입증하고 개선하기 위해서는 위험기계 및 기구와 관련된 산업재해의 분석

\* Corresponding Author : Gi Heung Choi, Tel: +82-2-760-4322, E-mail: gihchoi@hansung.ac.kr  
Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University, 116, Samseongyo-ro 16-gil, Seongbuk-gu, Seoul 02876, Korea

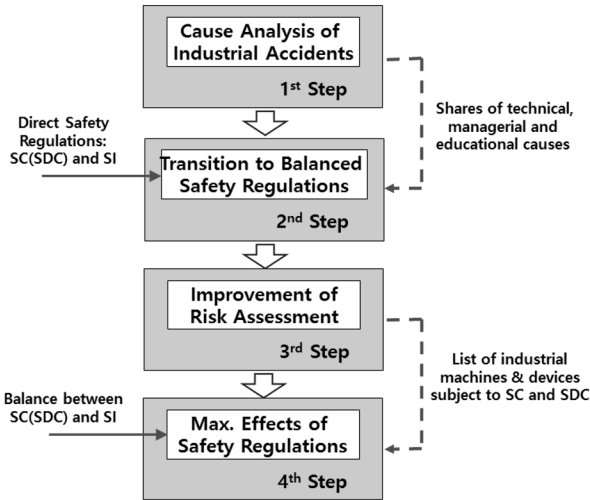


Fig. 1. Systematic approaches to improve safety policies on prevention of industrial accidents associated with industrial machines and devices.

이 필수적이다. 본 논문에서는 우선 규제의 타당성 및 실효성을 뒷받침하고 개선방향을 제시하기 위한 관련 산업재해의 원인분석 및 신뢰도 제고방안을 제안한다.

산업용 기계의 보다 근원적인 안전성 확보를 위해 규제의 범위를 사용자 중심에서 제조자로 확대하는 것이 필요하며 대표적인 제조자 대상 규제인 안전인증(자율안전확인 포함)과 사용자 대상 규제인 안전검사 대상품목 선정의 적절성과 실효성을 검토한다. 특히 산업용 위험기계 및 기구에 대하여 보유대수를 고려한 단위 재해강도와 단위 재해빈도의 관점에서 위험성을 평가하고 안전인증 대상 위험기계 및 기구 지정의 적정성 검증방안을 제안한다.

마지막으로 안전인증과 안전검사 등 제조자 대상 규제와 사용자 대상 규제의 균형을 통해 재해예방 효과의 극대화를 제안한다. 제조자와 사용자 모두를 대상으로 하는 균형 있는 직접규제의 타당성은 재해감소 기대효과를 위한 편익 및 비용측면에서 입증할 수 있으며 본 연구에서는 최근 안전인증과 안전검사 모두의 대상이 된 절곡기와 이동식 기계톱의 예를 들어 타당성을 검증한다. 이는 규제의 실효성을 뒷받침하고 향후 신규품목 지정의 기초자료로 활용될 수 있다.

## 2. 산업재해 원인분석의 신뢰도 제고

### 2.1 산업재해 원인의 재분석

재해예방 정책을 수립하고 시행하려면 위험의 생산 단계에서 위험원 또는 위험성의 발생을 억제해야 한다. 이는 곧 재해원인 제공자별로 차별화된 재해예방 정책,

제도 및 절차가 필요함을 의미한다. 또한 Choi<sup>1)</sup>에서 논의된 바와 같이 위험기계 및 기구와 관련된 산업재해의 예방을 위해서는 제조자와 사용자를 “균형”있게 규제하는 직접규제가 필요하며 이러한 필요성에 발맞추어 산업재해의 분석을 통한 객관성확보도 중요하다. 이 때, 균형이라 함은 규제적용 대상 및 범위의 합리적 조정을 의미한다.

한국산업안전보건공단에서 조사하고 고용노동부가 매년 발표하는 산업재해 중 사망재해 원인분석 체계에 따르면 사망재해를 직접원인(불안전 상태, 불안전 행동) 그리고 관리적 원인으로 분류하고 이를 다시 다양한 원인으로 세분류하고 있다. 이는 현행 위험기계 및 기구 안전성 확보제도가 사용자 중심인 현실을 반영하고 있다. 또한 사망재해의 원인제공자 즉 제조자 또는 사용자가 평면적으로 혼재되어 있어 이러한 재해분석에 근거한 재해예방 정책은 논리적이지 못하고 실효성이 떨어질 수 있다.

Choi<sup>2)</sup>에 따르면 Table 1, Table 2 및 Table 3과 같은 위험원의 제공자를 제조자와 사용자로 구분하고 사용자가 위험원 제공자인 경우 관리적 원인과 교육적 원인으로 다시 분류하는 재해원인 분류체계를 제안하고 각각의 재해원인에 고유의 코드를 부여하였다. 기존 고용노동부의 사망재해 원인분석 체계 중 각각의 원인 항목은 소분류 항목으로 수용하되 위험기계 및 기구 또는 보호구 등의 결합과 직접적인 연관성을 객관적으로 입증하기 어려운 생산공정의 결합은 제외하였다. 이 때 대분류, 중분류 및 소분류의 Tree 구조에 의해 재해원인 분석이 단순화 되는 이점이 있다.

Table 1. Classification of causes of industrial accidents by manufacturers<sup>2)</sup>

Classification level			Code
High	Middle	Low	
Technical causes	Defective machines, devices or PPEs	Mechanical causes	111
		Electrical causes	112
		No installment of protective devices	113
		Defective structure	114
		Defective structure materials	115
		Defective sign of boundary	116
		Defective PPEs or clothes	117
		Others	119
		Defective protective devices (including malfunctioning)	
Others		190	

**Table 2.** Classification of causes of industrial accidents by users (employers and workers\*) – managerial causes<sup>(2)</sup>

	Classification level		Code
	High	Middle	
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	220
		Inappropriate arrangement of materials and work place	221
		Defective work environment	222
		Other negligence of unsafe state	229
	Technical causes	Inappropriate manufacturing methods	230
		Inappropriate inspection or maintenance	231
		Others	239
	Operations managerial causes	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 3.** Classification of causes of industrial accidents by users (employers and workers\*) – educational causes<sup>(2)</sup>

	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	304
		Insufficient education for hazardous or dangerous operations	305
		Others	309

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

이와 같은 재해원인 분석체계를 통하여 위험원의 제 공자를 분명히 함으로써 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.

본 연구에서 제안된 재해분석의 신뢰도 제고를 위한 체계의 타당성 및 실효성은 Choi<sup>2)</sup>에 제시된 산업기계 관련 재해원인 분석결과를 토대로 확인할 수 있다.

### 2.2 산업재해 원인의 재해석

Table1, Table 2 및 Table 3과 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 분석되었다<sup>4)</sup>. 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 효과적임을 입증한다.

## 3. 규제의 변화 필요성

### 3.1 제조자 대상 직접규제 (안전인증 또는 자율안전확인)의 실효성

2008년과 2009년도 위험기계 및 기구 관련 재해통계를 기초로 안전인증 또는 자율안전확인의 실효성 분석 결과는 Choi<sup>3,5)</sup>에 나타나 있다. 분석결과에 따르면 안전인증 대상품목 관련 재해건수는 2008년부터 2011년까지 최근 4년간 점진적 감소세를 나타내어 안전인증의 실효성은 입증되나 자율안전확인의 경우 대상품목 선정이 적절하지 못하고 관련 재해건수는 변화가 거의 없어 실효성이 낮은 것으로 나타났다. 가장 최근에 분석된 2011년도 산업용 위험기계 및 기구 관련 재해통계를 안전인증 및 자율안전확인 대상 품목에 적용하여 재분석하면 다음과 같다. 즉 2011년 현재 사망자는 350명, 부상자는 22,710명 그리고 총 재해자는 23,060명이다. 관련 재해통계가 적용되는 산업용 위험기계 및 기구 품목 수는 기타 및 분류불능 등을 포함하여 총 151개 품목이며 산업안전보건법 시행령 제28조에 규정된 안전인증 대상 품목은 전체 151개 품목 중 18개 품목으로 11.9%에 해당된다. 자율안전확인 대상 품목은 총 30개 품목으로 전체 151개 품목의 19.8%이다.

안전인증 대상 품목관련 총 재해자, 부상자 및 사망자 수는 5,799명, 5,750명 및 49명이다. 위험기계 및 기구 관련 전체 재해자, 부상자 및 사망자 수 가운데 안전인증 대상 품목 관련 비중은 각각 25.1%, 25.3% 및 14.0%이다. 자율안전확인 대상 품목 관련 총 재해자, 부상자 및 사망자 수는 각각 4,211명, 4,176명과 35명으로 위험기계 및 기구 관련 전체 재해자, 부상자 및 사망자 수 중 비중은 각각 18.3%, 10.0% 및 18.3%이다. 따라서 안전인증 대상 품목의 경우 품목비중 대비 재해자 비중이 높으므로 대상선정의 적절성이 입증된다. 그러나 자율안전확인 대상 품목의 경우 재해자 비중이 품목비중에 비해 다소 낮기 때문에 대상 품목의 재분류가 필요하다.

### 3.2 사용자 대상 직접규제 (안전검사)의 실효성

Choi<sup>3,4)</sup>에 따르면 안전검사 대상 품목은 9.9%이며 재해자, 부상자 및 사망자 비중은 2008년부터 2011년까지 최근 4년간 20% 전후를 나타낸다. 따라서 안전검사 대상품목의 선정의 적절성이 입증된다. 그러나 현행 안전검사 제도는 이전 정기검사 제도와 차별화되지 않기 때문에 관련 재해건수의 변화는 거의 없다.

### 3.3 사용자 대상 직접규제 (방호장치 규제)의 실효성

“산업안전보건기준에 관한 규칙”은 사용자를 대상으로 일부 안전, 방호장치의 부착을 의무화 하고 있다 (이하 “방호장치 규제”). 직접규제의 실효성은 다음과 같은 두 가지 관점에서 판단할 수 있다. 우선 Choi<sup>5)</sup>에 제시된 2009년도 안전검사 대상 12개 위험기계와 관련된 재해건수와 방호장치 설치 여부에 따르면 전체 안전검사 대상 위험기계 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 직접규제는 실효성은 떨어진다고 할 수 있다. 참고로 국소배기장치를 제외한 모든 안전검사 대상 기계는 방호장치 설치 대상이다.

또한 전체 위험기계 및 기구 관련 재해 중 방호장치 설치대상 위험기계 및 기구 관련 재해건수 비중과 전체 위험기계 및 기구 품목 중 방호장치 설치대상 품목 비중이 차별되지 않는 점을 고려하면 사용자에게 의해 추가로 설치된 방호장치의 재해예방 기능과 적절성 또한 위험기계의 제조자에 의해 설치된 경우에 비하여 우수하다고 할 수 없다.

사용자인 사업주에게 방호장치의 설치를 강제하는 경우 대부분 사업주가 위험기계 및 기구를 구매할 때 근로자의 안전을 고려하여 제조자에게 안전기능 또는 이를 위한 특정부품의 사용을 요구하게 된다. 따라서 규제의 효과는 간접적이다. 이러한 간접효과가 예상되는 직접규제의 내용은 매우 단순하지만 다양한 문제점을 내포하고 있다. 즉 사용자 중심의 규제를 통해서도 위험기계 및 기구 관련 재해의 근본적인 예방이 불가능하다. 따라서 위험기계 및 기구에 설치되는 방호장치는 제조단계에서 제조자에 의해 설치 및 제조되는 것이 바람직하며 이는 안전인증을 통해 직접규제될 수 있다.

### 3.4 사용자 중심의 규제에서 제조자와 사용자 간 균형을 고려한 규제로의 전환

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 규제를 적용하고 사고를 예방하기 위한 노력을 차별화하는 것이 바람직하다. 즉, 근원적 안전성을 확보함으로써 규제의 실효성을 높이고 안전한 기계 및 기구의 제조 및 사용을 위한 적절한 규제강도를 유지하는 것이 필요하다. 이 때 규제적용 대상 및 범위의 합리적 조정을 통해 제조자와 사용자 대상 규제 간 균형을 유지할 수 있으며 규제의 강도는 적용기준을 통해 제어할 수 있다.

특히 방호장치 규제와 같은 사용자 대상 직접규제의 문제점을 해소하고 대부분의 위험기계 및 기구 사용자 (사업장)의 규모가 영세하고 안전의식 및 준법의식이 취약한 현실을 반영하기 위해서는 제조자 대상의 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 경우에만 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 안전성확보 제도는 불필요하다.

## 4. 안전인증 대상 위험기계 및 기구의 위험성 평가 및 대상품목 지정

안전인증 또는 자율안전확인의 타당성과 실효성을

입증하고 개선하기 위해서는 위험기계 및 기구의 위험성 평가가 필수적이다. 일반적으로 특정 위험기계 및 기구의 “절대적” 위험성은 보유대수를 고려하지 않고 관련 재해강도 (사망자 수)와 재해빈도 (부상자와 사망자를 더한 총 재해자수)에 근거하여 판단하고 이에 기초하여 안전인증 또는 자율안전확인 대상 품목으로 지정한다. 그러나 보유대수를 고려한 단위 재해강도 (예를 들면, 1000대당 사망자 수)와 단위 재해빈도(1000대당 총 재해자수)에 기초한 “상대적” 위험성 평가는 차별화되는 정보를 포함할 수 있다.

**4.1 재해강도 및 재해빈도에 기초한 절대적 위험성 평가**

Table 4는 안전인증 또는 자율안전확인 대상 위험기계 및 기구별 재해강도와 재해빈도를 단위 재해강도 및 단위 재해빈도와 비교한 것이다. 총 15개 위험기계 및 기구 중 분쇄기의 재해강도가 가장 높으며 기계톱의 재해빈도가 가장 높다. 반면에 보유대수를 고려할 경우 고소작업대의 단위 재해강도가 가장 높으며 혼합기 및 분쇄기의 단위 재해빈도가 가장 높다.

Table 4의 자료를 기초로 재해강도와 재해빈도의 상관관계를 2차원 평면에 도시하면 차별화되는 위험성을 파악할 수 있다. Fig. 2는 안전인증과 자율안전확인 대상 품목별 2009년도 재해강도와 재해빈도의 상관관계 즉 “절대적” 위험성을 나타낸다. Fig. 2의 오른쪽 위 코너에 위치한 품목은 재해강도 및 재해빈도가 상대적으로

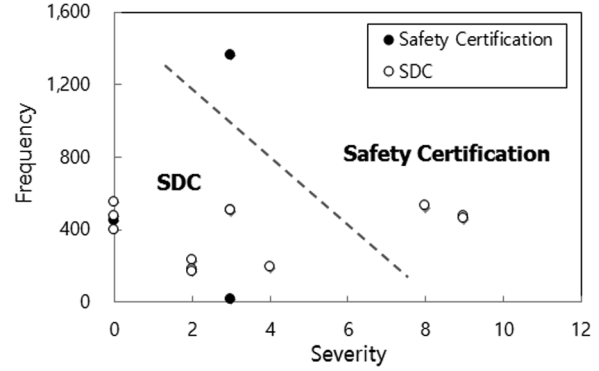


Fig. 2. Severity and frequency of industrial accidents associated with items subject to SC and SDC items in 2009<sup>3)</sup>

로 높으므로 절대적인 관점에서 안전인증 대상으로 적합하며 안전인증 대상 품목 중 절곡기가 이에 해당된다. 자율안전확인 대상 품목 중에서도 위험성이 높은 혼합기, 분쇄기, 컨베이어 등은 안전인증 대상으로 적합하며 나머지 대부분의 품목은 적정하다고 판단된다.

**4.2 단위 재해강도 및 단위 재해빈도에 기초한 위험성평가**

보유대수를 고려하지 않은 재해강도와 재해빈도에 기초한 “절대적” 위험성에 기초한 품목 선정은 위험성 평가결과의 왜곡을 초래할 수 있다. 예를 들면, Fig. 3은 단위 재해강도와 단위 재해빈도에 기초한 “상대적” 위험성을 2009년도 재해분석 자료를 기초로 안전인증

Table 4. Comparison of severity and frequency of industrial accidents with unit severity and unit frequency

Machines and devices	Estimated numbers in use			Severity	Frequency	Unit severity	Unit frequency
	Manufacturing	Non-manufacturing	Total				
<b>SC items</b>							
Press brake	25,237	12,533	37,770	0	449	0.00	11.89
Sawing machines	8,898	41,804	50,702	3	1,364	0.06	26.90
Elevated working plat-form	1,543	0	1,543	3	16	1.94	10.37
<b>SDC items</b>							
Grinding machine	30,199	7,489	37,688	2	183	0.05	4.86
LatheDrilling machine	135,894	2,552	138,446	2	230	0.01	1.66
Drilling machines	245,363	59,845	305,208	0	473	0.00	1.55
Mixing machine	5,662	790	6,452	9	466	1.39	72.23
Milling machine	86,551	2,150	88,701	2	169	0.02	1.91
Pulverizer	14,290	3,779	18,069	9	455	0.50	25.18
Printing machine	30,199	629	30,828	4	194	0.13	6.29
Food crusher	9,707	19,938	29,645	3	505	0.10	17.03
Food cutter	7,145	17,503	24,648	0	554	0.00	22.48
Food mixer	10,866	0	10,866	3	505	0.28	46.48
Circular saw	38,287	109,270	147,557	0	397	0.00	2.69
Conveyor	127,805	102,631	230,436	8	529	0.03	2.30

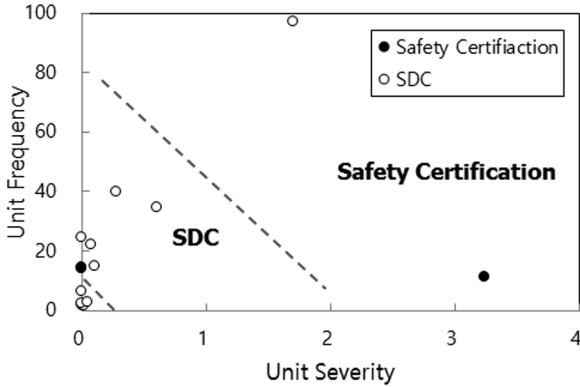


Fig. 3. Unit severity and unit frequency of industrial accidents associated with items subject to safety certification and SDC in 2009<sup>3)</sup>

과 자율안전확인 대상 품목에 대해 나타난 것이다. 오른쪽 위 코너에 나타난 위험기계 및 기구는 상대적인 관점에서 안전인증 대상으로 적합하고 왼쪽 아래 코너에 나타난 품목의 경우 자율안전확인 대상으로 적절하다. Fig. 3의 정량적인 정보를 고려하면 최근 안전인증 대상 품목으로 지정된 품목 중 고소작업대는 적합하나 절곡기와 기계톱은 부적절함을 알 수 있다.

또한, 자율안전확인 대상으로 지정된 품목 중 혼합기와 분쇄기는 안전인증 대상 품목이 되어야 하며 일부 품목은 자율안전확인 대상 선정 자체가 부적절한 것으로 판단된다. “절대적” 위험성과 “상대적” 위험성 모두를 고려하면 안전인증 대상 품목 중 절곡기와 고소작업대는 적합하며 기계톱은 부적절하다. 자율안전 대상 품목 중 혼합기, 분쇄기 및 컨베이어는 안전인증 대상으로 적합하다. 따라서 기존 안전인증 또는 자율안전확인 대상 품목 선정의 적정성 재검토가 필요하며 앞으로 새로이 안전인증 또는 자율안전확인 대상 품목 지정 시 재해강도와 재해빈도에 기초한 “절대적” 위험성뿐만 아니라 단위 재해강도와 단위 재해빈도가 반영된 “상대적” 위험성도 고려하여 대상품목을 선정하는 것이 바람직하다.

### 5. 위험기계 및 기구 안전인증 및 안전검사의 기대효과 및 균형

#### 5.1 안전검사 대상 품목의 분류

특수한 경우를 제외하면 안전인증 또는 자율안전확인 대상 위험기계 및 기구 중 제품의 특성상 장시간 사용되는 내구성 제품이며 제조 후 사용단계에서 마모, 열화 등으로 제품의 안전기능이 저하될 우려가 있어 적절한 유지, 보수가 필요하다고 판단될 경우에는 안

전검사를 통해 사용자에게 제품의 안전성 확보를 요구할 수 있다. 이 들 위험기계 및 기구는 이미 위험성 평가를 통해 안전인증 또는 자율안전확인 대상 품목으로 지정되었으므로 안전검사 대상 품목의 분류를 위해서는 안전검사의 기대효과를 추정해야 한다. 안전검사의 기대효과는 안전인증 등의 기대효과와 연동되어 있으므로 이를 독립적으로 추정하기는 매우 어렵다. 그러나 Choi<sup>2)</sup>에 제시된 재해원인의 상세분류를 통해 안전검사를 통한 위험기계 및 기구관련 산재예방 효과를 정량적으로 추정할 수 있으며 이를 토대로 안전검사 대상의 적절성을 판단할 수 있다.

#### 5.2 안전인증의 기대효과 추정

Choi<sup>3)</sup>에 따르면 2009년도 위험기계 및 기구 관련 재해원인 분석자료를 기초로 안전인증과 안전검사의 기대효과를 다음과 같이 추정할 수 있다. 우선, Table 1에서 기계적 또는 전기적 원인(코드 111 및 112)과 재해개요가 불명확하여 기타로 분류된 경우(코드 119) 중 제조단계에서의 결함에 의한 재해와 사용단계에서 유지 및 관리부실에 의한 재해의 비중을 추정하기 위하여 다음과 같이 불안전상태를 나타내는 상세원인으로 재분류하였다.

- 산업용 기계 및 기구의 불안전한 상태 (상세코드: 1)
- 안전/방호장치의 결함 (상세코드: 2)
- 산업용 기계 및 기구와 연관된 주변 작업환경의 결함 (상세코드: 3)
- 산업용 기계 및 기구가 정상적으로 제작되었으나 사용 중 유지/보수 등 관리가 부실하여 발생한 결함이 원인인 경우 (상세코드: 4)

위 상세분류를 통해 상세코드 1 (불안전 상태 방지) 과 상세코드 2 (안전 방호 장치의 결함)인 재해는 제조 단계에서의 설계 및 제조 개선을 통해 근원적으로 예방하고 안전인증을 통해 확인이 가능하다. 이외에도 다음은 안전인증을 통해 예방이 가능한 경우이다.

- 코드 113 (기술적 요인 중 안전/방호장치 설치 대상이나 미설치가 원인)의 경우, 규제의 실효성을 위해서는 규제의 대상이 사용자에서 제조자로 바뀌어야 하는 점을 고려할 때 궁극적으로 제조자의 의무로 보고 안전인증을 통해 확인 및 관련 재해 예방이 가능하다고 가정한다.
- 코드 120 (기술적 요인 중 안전/방호장치 설치 후 작동불량)

- 코드 190 (기술적 요인 중 기타)

극대화 할 수 있다.

### 5.3 안전검사의 기대효과

재해원인 코드가 111, 112, 119인 재해 중 상세코드 3 (작업 환경의 결함)과 상세코드 4 (유지보수(정비))인 재해는 사용단계에서 안전검사를 통하여 일부 예방이 가능하며 본 연구에서는 약 30%로 추정하였다. 이외에도 코드 220 (관리적요인 중 안전/방호장치 설치 후 기능정지, 제거, 변형 등)도 안전검사를 통해 예방가능하다고 가정하였다.

Table 5는 2009년도에 신규 안전인증 대상이 된 절곡기와 이동식 기계톱 등 산업용 기계 2종 관련 안전인증 또는 안전검사의 재해자 감소 기대효과를 나타낸다. 이동식 기계톱은 주로 목재가공용 톱을 의미하며 전기톱과 엔진톱을 포함한다. 안전인증에 의한 재해자수 감소효과는 절곡기의 경우 부상자 73명, 이동식 기계톱의 경우 부상자 728명과 사망자 2명 등이다. 안전검사에 의한 재해자수 감소효과는 절곡기의 경우 부상자 57명, 이동식 기계톱의 경우 부상자 124명과 사망자 1명 등 총 125명이다.

### 5.4 안전인증과 안전검사의 균형

하나의 산업용 기계가 제조되어 사용단계로 넘어가는 과정을 거치면서 기대할 수 있는 총편익 (재해손실 비용 감소)은 안전인증에서의 총 편익과 동일하다. 그러나 제조단계 이후 장기간 사용단계를 거치면서 발생하는 총비용은 안전인증에 필요한 비용 (즉, 제품설계 개선비용과 인증심사비용 등)과 사용단계에서의 안전검사 비용 및 유지, 관리를 위한 비용의 합으로 생각할 수 있다. 따라서 위 재해자 감소추정 결과는 기계적 결함 중 사용단계에서 안전검사에 의한 예방비율을 30%로 가정 한 경우이며 안전인증 기준과 안전검사 항목의 조정을 통해 예방비율을 탄력적으로 조정할 수 있다. 이에 따른 안전인증과 안전검사의 비용을 고려하면 안전인증과 안전검사 목표의 균형 배분 및 관련 인증 및 검사항목의 설정을 통해 비용대비 기대효과를

### 6. 결론

본 논문은 이전 연구의 결과를 토대로 산업용 위험기계 및 기구관련 정책개선 방안을 제도와 절차의 관점에서 체계적으로 제시하였다. 우선 신뢰도 제고를 위한 산업재해 원인분석 방법의 개선을 제안하였다. 또한 제안된 재해원인 분석방법에 기초하여 과거 위험기계 및 기구 관련 재해원인을 재해석하였다. 산업용 위험기계 및 기구의 안전한 사용과 관련된 제조자와 사용자 대상의 직접규제의 형태, 대상품목 선정의 적절성 및 실효성을 검토하였고 이를 위험기계 및 기구 관련 재해원인 재해석 결과와 연계하여 제조자와 사용자 모두를 대상으로 하는 균형 있는 직접규제가 재해 예방에 더 효과적임을 검증하였다.

안전인증 또는 자율안전확인 의 타당성과 실효성을 입증하고 개선하기 위해서는 대상품목 지정 시 위험기계 및 기구의 위험성 평가가 필수적이다. 본 연구에서는 보유대수를 고려하지 않고 관련 재해강도와 재해빈도에 근거한 절대적 위험성뿐만 아니라 보유대수를 고려한 단위 재해강도 (예를 들면, 1000대당 사망자 수)와 단위 재해빈도(1000대당 총 재해자수)에 기초한 “상대적” 위험성 평가 결과도 고려할 것을 제안하였다.

끝으로 본 연구에서는 2009년도에 신규 안전인증 대상이 된 절곡기와 이동식 기계톱 (Portable Sawing Machine) 등 산업용 기계 2종에 대하여 안전인증과 안전검사를 통해 해소 가능한 재해건수 및 재해자수 감소 기대효과를 추정하였다. 안전인증 기준과 안전검사 항목의 조정을 통해 기대효과를 탄력적으로 조정할 수 있으며 이에 따른 안전인증과 안전검사의 비용을 고려하면 안전인증과 안전검사 목표의 균형 배분 및 관련 인증 및 검사항목의 설정을 통해 비용대비 기대효과를 극대화 할 수 있다.

**감사의 글:** 본 연구는 한성대학교 교내연구비 지원에 의해 이루어졌습니다.

### References

- 1) G. H. Choi, “Enhancement of Safety Certification of Industrial Machines and Devices”, J. Korean Soc. Saf., Vol.28, No.6 pp.1-6, 2013.
- 2) G. H. Choi, “Improvement of Reliability in Cause Analysis of Industrial Accidents”, J. Korean Soc. Saf., Vol.29, No.6

**Table 5.** Reduction in no. of deaths and injuries by safety certification and safety inspection based on data in 2009<sup>3)</sup>

	Reduction in number of injuries and deaths	
	Safety certification	Safety inspection
Press brake	73	57
Portable sawing machine	728+2*	124+1*

\*: Number of deaths

\*\* : Estimated numbers by safety inspection

- pp.1-8, 2014.
- 3) G. H. Choi, “Balance and Effectiveness of Direct Regulations on Manufacturers and Users of Industrial Machines”, J. Korean Soc. Saf., Vol.30, No.1 pp.1-7, 2015.
  - 4) J. Y. Lee, G. H. Choi and J. C. Kim, "A Study on Risk Assessment of Industrial Machines" Research Report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2010.
  - 5) G. H. Choi et al, “Adjustment of Industrial Machines Subject to Safety Inspection”, Research Report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2012.