

산업용 기계 제조자와 사용자 대상 직접규제의 균형과 실효성 분석

최기흥[†]

한성대학교 기계시스템공학과

(2014. 11. 10. 접수 / 2014. 12. 9. 수정 / 2015. 1. 26. 채택)

Balance and Effectiveness of Direct Regulations on Manufacturers and Users of Industrial Machines

Gi Heung Choi[†]

Department of Mechanical Systems Engineering, Hansung University

(Received November 10, 2014 / Revised December 9, 2014 / Accepted January 26, 2015)

Abstract : This study first addresses the ineffectiveness of indirect regulation on industrial machines. Analysis of causes of industrial accidents associated with industrial machines further reveals the fact that technical causes need to be resolved at the manufacturing stage to reduce the frequency and strength of industrial accidents. Balanced safety certification on manufacturers and safety inspection on users of industrial machines are then suggested to effectively resolve such technical causes. The effectiveness of such safety certification and safety inspection can be justified by cost-benefit analysis. Particularly, balance in expected benefits of safety certification and safety inspection is a key issue for validity of such analysis. The accumulated benefit-costs for press brake and portable sawing machine confirm the effectiveness of such safety system.

Key Words : direct regulation, safety certification, safety inspection, cost-benefit analysis

1. 서론

산업현장에서 쓰이는 많은 산업용 기계는 사용자가 관련규제의 대상이 된다. 즉, Fig. 1에 나타난 바와 같이 작업자가 사용하는 것을 전제로 사업주가 특정 위험기계 및 기구 등을 구매하는 경우 작업자의 안전을 고려하여 제조자에게 안전기능이나 특정기능 또는 부품의 사용을 요구하거나 사업주 스스로가 필요한 안전기능을 설치하도록 사업주(제품의 사용자)를 “간접”규제할 수 있다. 예를 들면, “산업안전기준에 관한 규칙”에 사용자를 대상으로 일부 안전, 방호장치의 부착을 의무화 하고 있다. 이러한 규정은 내용이 매우 단순하며 사업주에게 안전한 기계 및 기구의 설치 및 사용을 강제하는 간접적인 방식을 규정하고 있다. 그러나 이는 다양한 문제점을 안고 있다¹⁾. 특히, 사업주와 제조사 사이는 민간간의 거래이므로 정부의 규제력이 미치지 못하기 때문에 규제의 강도가 약화되어 실효성이 떨어진다. 우리나라와 같이 재해사업장의 규모가 영세

하고 안전의식 또는 준법의식이 취약한 현실을 고려하면 사용자에게 요구한 다양한 안전/방호장치가 규칙에 명시된 바에 따라 완벽하게 설치 및 사용되는 사업장을 기대하는 것은 현실적으로 어렵다.

위에 언급한 예를 토대로 안전한 산업기계의 보급 및 사용을 위한 제도의 실효성 확보를 위해서는 Fig. 2와 같이 위험의 생산단계와 소비단계에서 각각의 주체 (즉, 제조자와 사용자)에게 독립된 안전성확보 제도를 적용하고 사고를 예방하기 위한 노력을 차별화하는 것이 바람직하다¹⁾. 즉, 근원적 안전성을 확보함으로써 규제의 실효성을 높이고 안전한 기계 및 기구의 제조 및 사용을 위한 적절한 규제강도를 유지하는 것이 필요하다.

사용자 대상 규제의 문제점을 해소하고 우리나라의 사용자(사업장)의 규모가 영세하고 안전의식 및 준법의식이 취약한 현실을 반영하기 위해서는 제조사 대상의 제품의 안전성 확보를 위한 제도인 안전인증과 사용자 대상의 안전검사 등 제도를 명확히 구분하여 적

[†] 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

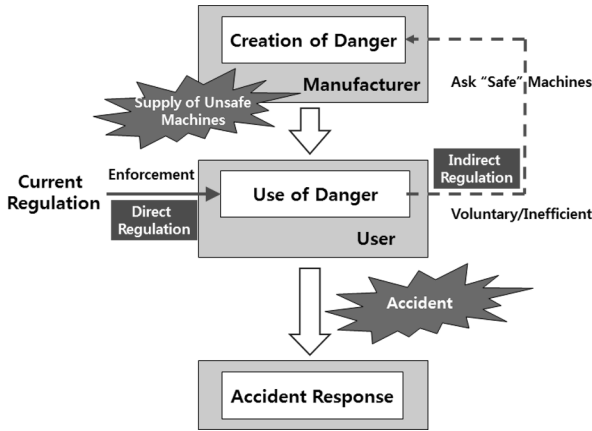


Fig. 1. Model of direct and indirect regulations applied on users and manufacturers, respectively¹⁾.

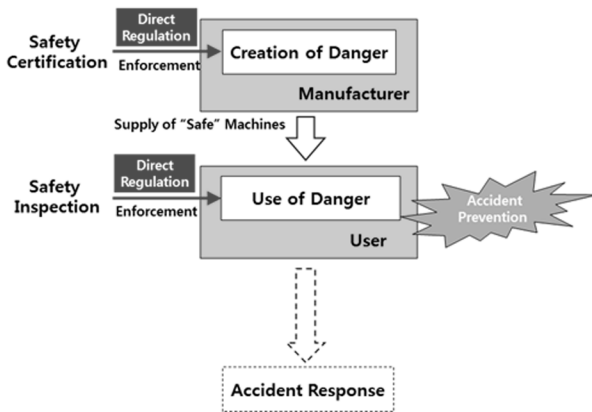


Fig. 2. Improved model of direct regulations applied on both users and manufacturers¹⁾.

용할 필요가 있다^{2,3)}. 즉, 제품의 특성상 장시간 사용되는 내구성 제품이며 제조 후 사용단계에서 마모, 열화 등으로 제품의 안전기능이 저하될 우려가 있어 적절한 유지, 보수가 필요하다고 판단될 경우에는 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.

본 연구에서는 산업용 기계의 보다 근원적인 안전성 확보를 위해 규제의 범위를 사용자에서 제조자로 확대하는 것이 필요하며 이 경우 대표적인 제조자 대상 규제인 안전인증과 사용자 대상 규제인 안전검사의 균형을 통해 재해예방 효과가 극대화됨을 제안한다. 제조자와 사용자 모두를 대상으로 하는 균형 있는 직접규제의 타당성은 재해감소 기대효과를 위한 편익 및 비용측면에서 입증할 수 있다. 본 연구에서는 최근 안전인증과 안전검사 모두의 대상이 된 절곡기와 이동식 기계톱의 예를 들어 타당성을 검증한다.

2. 안전인증 및 안전검사의 균형 및 기대효과

2009년도 산업용 기계와 연관된 재해의 원인별 재해건수는 Table 1과 같다. Table 1에 따르면 재해원인은 기술적 요인 21,877건(76.92%), 관리적 요인 5,980건(21.03%) 및 교육적 원인 126건(0.44%)의 분포를 나타낸다. 이와 같은 결과는 상당수의 재해는 산업용 기계의 결함을 개선할 경우 예방이 가능하다는 사실을 나타낸다. 산업용 기계 자체의 결함으로 판단되는 경우, 기계에 내재된 근원적 위험요인을 위험성 평가와 이를 적용한 설계개선 등을 통하여 개선할 필요가 있다^{4,5)}.

Table 1. Causes of industrial accidents associated with dangerous machines and devices in 2009⁴⁾.

Classification level (Code of Cause)			No. of cases (%)
High	Middle	Low	
		Mechanical causes (111)	9845 (34.62)
		Electrical causes (112)	334 (1.20)
	Defective machines, devices and PPEs	No installment of protective devices as required (113)	351 (1.23)
		Others (119)	6299 (22.14)
Technical causes		Malfunction of protective devices after installation (120)	139 (0.48)
		Others (120)	4909 (17.26)
		Sub-total	21877 (76.92)
		Non-compliance of operation procedure (210)	544 (1.91)
		Removal, shut-off or alteration of protective devices after installation (220)	57 (0.20)
Managerial causes	Maintenance while machine is operating	Maintenance or cleaning without power-off while machine is operating (231)	545 (1.92)
		Others (239)	450 (1.58)
		Simple misconduct during operation (240)	3346 (11.77)
		Others (290)	1038 (3.64)
		Sub total	5980 (21.03)
Educational causes (300)			126 (0.44)
Not classified			458 (1.61)
		Total	28441 (100)

따라서 하나의 산업용 기계가 제조되어 사용단계로 넘어가는 과정을 거치면서 기대할 수 있는 총 편익(재해손실비용 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^{6,7)}.

본 연구에서는 다음과 같은 안전인증과 안전검사의 목표를 제시한다. 우선, Table 1에서 기계적 또는 전기적 원인에 의한 재해(코드 111 및 112) 중 제조단계에서의 결함에 의한 재해와 사용단계에서 유지 및 관리부실에 의한 재해의 비중을 정확하게 추정할 필요가 있다. 재해개요가 불명확하여 기타로 분류된 경우(코드 119)도 제조단계에서의 원인과 사용단계에서의 원인의 비중을 정확하게 추정할 필요가 있다.

따라서 2009 재해분석 결과 중 재해원인 코드가 111, 112 그리고 119인 경우 제조단계에서의 결함에 의한 재해와 사용단계에서 유지 및 관리부실에 의한 재해의 비중을 정확하게 추정하기 위하여 다음과 같이 불안전상태를 나타내는 상세원인으로 재분류하였다.

- ① 산업용 기계 및 기구의 불안정한 상태 (상세코드: 1)
- ② 안전/방호장치의 결함 (상세코드: 2)
- ③ 산업용 기계 및 기구와 연관된 주변 작업환경의 결함 (상세코드: 3)
- ④ 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 방치) 과 상세코드 2 (안전 방호 장치의 결함)인 재해는 제조 단계에서의 설계 및 제조 개선을 통해 근본적으로 예방하고 안전인증을 통해 확인이 가능하다.

이외에도 다음은 안전인증을 통해 예방이 가능한 경우이다.

- ① 코드 113 (기술적 요인 중 안전/방호장치 설치 대상이나 미설치가 원인)의 경우, 참고문헌 [4]에 제안된 바와 같이 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.
- ② 코드 120 (기술적 요인 중 안전/방호장치 설치 후 작동불량)

③ 코드 190 (기술적 요인 중 기타)

2.2 안전검사의 기대효과

다음의 경우는 안전검사를 통하여 예방이 가능하다.

- ① 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.
- ② 코드 220 (관리적요인 중 안전/방호장치 설치 후 기능정지, 제거, 변형 등)

Table 2는 2009년도에 신규 안전인증 대상이 된 절곡기와 이동식 기계톱 (Portable Sawing Machine) 등 산업용 기계 2종 관련 재해원인별 재해자 수를 나타낸다. 이동식 기계톱은 주로 목재가공용 톱을 의미하며 전기톱과 엔진톱을 포함한다. Table 2에서 위 재해원인 분류에 따라 빗금 친 부분은 안전인증 또는 안전검사로 예방 가능한 경우, 음영부분은 안전인증으로 예방 가능한 경우 그리고 안전검사로 예방 가능한 경우 (재해원인 코드 220)를 각각 나타낸다⁹⁾.

Table 2의 절곡기와 이동식 기계톱 관련 재해원인별 재해자 수를 상세원인으로 재분류 하면 Table 3과 같다.

Table 2. No. of deaths and injuries associated with 2 industrial machines newly subject to safety certification (2009)

	No. Death	No. Injury	Accident cause code						
			111	112	113	119	120	190	220
Press brake	0	449	77	10	0	130	1	42	1
Portable sawing machine	3	1361	279	2	83	395+2*	15	364+1*	1

*: injury+death

Table 3. Causes of industrial accidents associated with 2 industrial machines(2009)

	No. of deaths and injuries by industrial accident code			
	111	112	119	Total
Press brake	77	10	130	217
Portable sawing machine	279	2	395+2*	676+2*

	No. of death and injuries by detailed industrial accident code				
	1	2	3	4	Total
Press brake	25	5	166	21	217
Portable sawing machine	212+1*	54	314+1*	96	676+2*

*: injury+death

Table 4. Reduction in no. of death and injuries by safety certification (Estimated values in 2009)

	No. of deaths and injured by industrial accident cause code						
	111	112	119	Total	(1) 113	(2) 120	(3) 190
Press brake	77	10	130	217	0	1	42
Portable sawing machine	279	2	395+2*	676+2*	83	15	364+1*
	Total						
	(4) Detailed code 1		(5) Detailed code 2		(1)+(2)+(3)+(4) +(5)		
Press brake	25		5		73		
Portable sawing machine	212+1*		54		728+2*		

*: injury+death

안전인증을 통해 해소 가능한 재해건수 및 재해자수 감소 기대효과는 Table 4에 나타나 있다. Table 4에서 절곡기의 경우 안전인증을 통해 총 73명의 부상자 절감효과를 기대할 수 있으며 이동식 기계톱의 경우 부상자 728명과 사망자 2명 등 총 730명의 재해자 감소효과를 기대할 수 있다.

안전검사를 통해 해소 가능한 재해건수 및 재해자수 감소 기대효과는 Table 5에 나타나 있다. Table 5에서 절곡기의 경우 안전검사를 통해 총 57명의 부상자 절감효과를 기대할 수 있으며 이동식 기계톱의 경우 부상자 124명과 사망자 1명 등 총 125명의 재해자 감소효과를 기대할 수 있다⁷⁾.

위 재해자 감소추정 결과를 기초로 안전인증과 안전검사 목표의 균형 배분 및 관련 인증 및 검사항목의 설정을 통해 비용대비 기대효과를 극대화 할 수 있다.

Table 5. Reduction in no. of death and injuries by safety inspection (Estimated values in 2009)

	No. of deaths and injured by industrial accident cause code				
	111	112	119	Sub-total	(1) 220
Press brake	77	10	130	217	1
Portable sawing machine	279	2	395+2*	676+2*	1
	Total				
	(2) Detailed code 3		(3) Detailed code 4		(1)+((2)+(3))x0.3
Press brake	166		21		57
Portable sawing machine	314+1*		96		124+1*

3. 안전인증과 안전검사의 편익-비용 분석

3.1 안전인증에 의한 연간 사회적손실비용 감소효과

근로복지공단 자료에 따르면 2009년도 사망자 1인당 약 8억1천3백만원의 사회적 손실비용이 발생하였다⁶⁾. 또한, 부상자 1인당 총 1억6천3백만원의 손실비용이 발생하였다. 사망자 및 부상자 1인당 사회적 손실

Table 6. Comparison of losses before and after safety certification at manufacturing stage in 2009.

Unit: 10⁸ won

	Before safety certification		After safety certification		Life (yr)
	No. of death	No. of injury	No. of death	No. of injury	
Press brake	0	449	0	376	10
Portable sawing machine	3	1361	1	633	5
	Loss before safety certification		Loss after safety certification		Reduction in loss
Press brake	731.9		612.9		119.0
Portable sawing machine	2,242.8		1,007.3		1235.5

Table 7. Comparison of losses before and after safety inspection at usage stage in 2009.

Unit: 10⁸ won

	Before safety inspection		After safety inspection		
	No. of death	No. of injury	No. of death	No. of injury	
Press brake	0	376	0	319	
Portable sawing machine	1	633	0	509	
	Life (yr)		Loss before safety inspection	Loss after safety inspection	Reduction in loss
Press brake	10		612.9	520.0	92.9
Portable sawing machine	5		1,007.3	829.7	177.6

Table 8. Comparison of losses before and after safety certification at manufacturing stage and safety inspection at usage stage in 2009.

Unit: 10⁸ won

	Before safety certification and inspection		After safety certification and inspection		
	No. of death	No. of injury	No. of death	No. of injury	
Press brake	0	449	0	319	
Portable sawing machine	3	1361	0	509	
	Life (yr)		Loss before SC and SI	Loss after SC and SI	Reduction in loss
Press brake	10		731.9	520.0	211.9
Portable sawing machine	5		2,242.8	829.7	1413.1

SC: Safety certification
SI: Safety inspection

비용을 기초로 안전인증 및 안전검사를 전후로 한 연간 사회적손실비용 감소효과를 추정하면 다음의 Table 6, Table 7 및 Table 8과 같다.

3.2 안전인증 비용 및 제조원가 증가 등 추정

(1) 인증비용

2009년도 기준 위험기계, 기구 1 품목의 1 건당 안전인증 평균 심사비용은 203,393원이다⁽⁶⁾. 절곡기와 (이동식) 기계톱의 경우 양산품과 유사한 정도의 심사가 이루어진다고 가정하면 평균 인증/심사건수는 227건/품목으로 추정된다. 따라서 연간 품목당 총 인증비용은 227건/품목 x 203,393원 = 4천6백만원이다.

(2) 제조원가 상승

산업안전보건공단이 2009년에 사출성형기와 고소작업대를 대상으로 안전인증에 의한 제품의 원가상승률을 조사한 결과에 따르면 두 기종의 평균 원가상승률은 4.81%이며 이 비율을 본 비용-편익분석에 활용하였다. 이제 다음과 같이 가정한다⁽⁶⁾. 제품별 총 판매액에서 제조원가가 차지하는 비중은 제조자 또는 품목에 따라 다양하기 때문에 객관적 기준은 없지만 본 연구에서는 총 수수액의 60%로 가정한다. 또한, 안전설계 등에 따른 제품원가 상승률은 제조원가의 4.81%로 가정한다.

절곡기와 이동식 기계톱의 평균판매가격, 매년 생산대수, 총 판매금액, 제조원가, 설계비용 증가 등을 고려하여 2009년도 불변가격으로 계산하면 각각 11.95억원과 900만원으로 추정된다⁽⁴⁾.

(3) 총비용

안전인증에 따른 인증비용과 제품원가 상승 등 총비용은 절곡기와 이동식 기계톱에 대하여 각각 12.41억원과 5천5백만원이다. 이외에도 병행기간 (Transition Period), 안전인증 제품의 년평균 기존제품 대체율 및 사용대수 증가에 의한 영향과 물가인상률 등을 고려할 수 있으며 자세한 반영방법은 참고문헌 [1]에 나타나 있다.

3.3 안전검사 비용 및 유지보수 비용 등 추정

(1) 안전검사 비용

가) 신규 안전검사 대상 산업용 기계류 품종의 보유대수 추정

안전검사 대상 산업용 기계류를 사용하는 총 269개 제조업 사업장을 대상으로 한 설문조사에서 추정한 사업장 규모별 추정 대수에 기초하여 다음과 같이 전체

Table 9. Estimated no. of press brake and portable sawing machines in use.

	Press brake	Portable sawing machine
No. in manufacturing industries	25,237	8,898
No. in non-manufacturing industries	12,533	41,804
Total estimated number	37,770	50,702

제조업 269,630개 사업장의 가중 평균 보유대수를 추정할 수 있다⁽⁷⁾.

추정된 보유대수는 제조업 사업장만을 대상으로 한 설문조사에 기초하였으며 비제조업 (건설업, 광업 등 9개 업종)의 경우 업종 특성을 고려하면 현실적으로 설문조사가 불가능하므로 다음과 같이 보유대수를 추정하였다. 즉, 2009년도 재해통계를 기초로 제조업과 비제조업의 재해건수와 이들 간의 비율을 분석하고 제조업과 비제조업의 업종의 특성을 무시하고 재해건수는 각 업종별 기계, 기구의 보유대수에 단순 비례한다고 가정한다.

이와 같은 방법에 의한 산업기계 보유대수 추정결과는 2009년도 작업환경 실태조사 보고서에서 추정된 보유현황과 비교하여 큰 오차가 없음을 확인하였다.

나) 안전검사 심사비용의 추정

본 연구에서는 새로 안전검사 대상으로 추가되는 기계, 기구의 안전검사 수수료는 가장 유사한 특성 및 기능을 갖는 기존 안전검사 대상 기계, 기구의 안전검사 수수료를 고려하여 절곡기의 경우 프레스기준 50,000원, 이동식 기계톱은 30,000원을 가정하였다.

산업용 위험기계, 기구의 안전검사 총 비용은 각 기계, 기구별 추정 보유대수를 기초로 2년 주기로 검사가 이루어질 경우 매년 보유대수의 50%에 대해서만 검사가 이루어진다고 가정한다. 단, 검사대상 품종 확대에 따라 초기에는 사용자의 인식이 부족하여 실제 검사대수는 3년에 걸쳐 점진적으로 증가한다고 가정하였다. 품종 당 2년에 한번씩 100% 안전검사가 이루어질 경우 품종별 신규 위험기계, 기구 총 안전검사 비용은 다음의 Table 13과 같다.

Table 10. Estimated total safety inspection cost

	Estimated numbers in use	Estimated No. of safety inspection/yr	Inspection fee/case (Won)	Inspection fee/yr (10 ⁶ Won)
Portable sawing machine	50,702	25,351	30,000	761
Press brake	37,770	18,885	50,000	944

(2) 안전관리 비용의 증가

안전검사에 대한 사업장 설문조사 결과에 따르면 사업장당 안전관리비용의 증가액은 매년 138,176원이다⁽⁷⁾. 따라서 이 금액을 전체 사업장에 균등하게 적용하였다. 설문조사 결과에 따르면 신규 안전검사 대상 기계, 기구의 기업 당 연간 안전관리비용의 평균 증가액은 2,349,000원이며 이를 산업용 기계류 1대당 비용으로 환산하면 평균 연간 안전관리비용은 138,176원이 된다. 또한, 산업용 기계류 1대당 안전관리 비용은 제조업과 비제조업 모두 동일하다고 가정하였다. Table 11은 안전관리 비용 증가액 및 안전검사 비용을 포함한 총

Table 11. Total cost including both safety inspection and safety management cost.

	Estimated numbers in use	Estimated No. of safety inspection/yr	Safety management cost/machine (Won)
Portable sawing machine	50,702	25,351	138,176
Press brake	37,770	18,885	138,176
Total safety management cost (10 ⁶ Won)			Total cost (10 ⁶ Won)
Portable sawing machine	3,503		4,263
Press brake	2,609		3,554

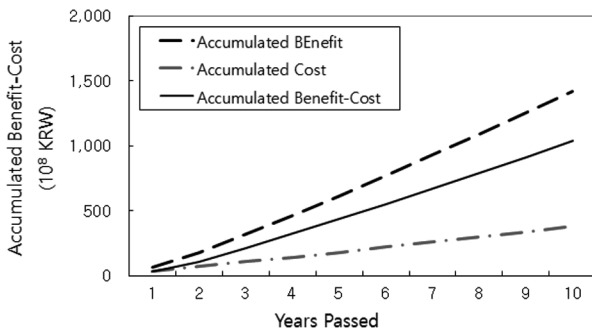


Fig. 3. Accumulated benefit-cost for press brake (Refer to [2] for simulation conditions).

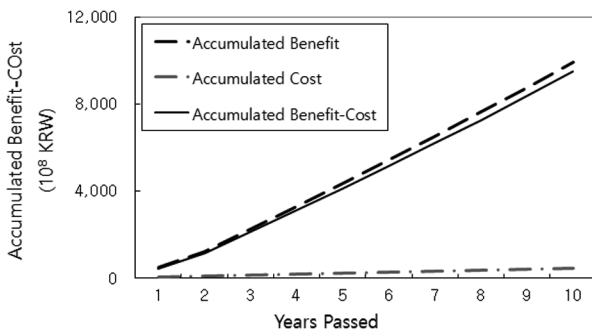


Fig. 4. Accumulated benefit-cost for portable sawing machine (Refer to [2] for simulation conditions).

비용을 나타낸다.

본 연구에서는 이외에도 안전검사 대상의 조정에 따른 정착기간, 안전검사 대상 산업용 기계류 사용대수 증가에 의한 영향 그리고 물가인상률 등을 고려하였으며 상세한 적용 방법은 참고문헌 [4]에 나타나 있다.

3.4 누적 편익-비용

Fig. 3의 안전인증과 안전검사 모두를 고려한 누적 편익-비용 추정결과에 따르면 절곡기의 경우 안전검사에 의한 비용이 안전인증에 따른 비용에 비해 다소 크지만 총 비용에 비해 총 편익이 압도적으로 크므로 인증 및 검사의 정당성이 확보된다고 할 수 있다. Fig. 4의 이동식 기계톱의 경우 안전검사에 의한 비용이 안전인증에 따른 비용에 비해 매우 크지만 총 비용에 비해 총 편익이 압도적으로 크므로 인증 및 검사의 정당성이 확보된다고 할 수 있다.

5. 결론

본 연구에서는 산업용 기계와 관련된 사용자 중심의 간접규제가 다양한 이유로 실효성이 보장될 수 없음을 설명하고 보다 근원적인 안전성 확보를 위해 규제 범위를 사용자에서 제조자로 확대하는 것이 필요함을 제안하였다. 특히, 산업용 기계와 연관된 재해의 원인 분석을 통해 기술적 원인의 해소가 필요하며 이 경우 대표적인 제조자 대상 규제인 안전인증과 사용자 대상 규제인 안전검사의 균형을 통해 재해예방 효과가 극대화됨을 제안하였다.

제조자와 사용자 모두를 대상으로 하는 균형 있는 직접규제의 타당성은 재해감소 기대효과를 위한 편익 및 비용측면에서 입증할 수 있다. 본 연구에서는 최근 안전인증과 안전검사 모두의 대상이 된 절곡기와 이동식 기계톱의 예를 들어 편익-비용을 추정하였으며 총 비용에 비해 총 편익이 압도적으로 크므로 안전인증 및 안전검사의 정당성이 확인되었다. 또한, 재해자 감소추정 결과를 기초로 안전인증과 안전검사 목표의 균형 배분 및 관련 인증 및 검사항목의 설정을 통해 비용 대비 기대효과를 극대화 할 수 있음도 확인하였다.

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, 2013.
- 2) S. K. Kang, “Status of Occupational Accidents and Injuries and the Implications”, Korean J. Occupational and Environmental Medicine, Vol.23, No.4, 351- 359, 2011.
 - 3) Y. S. Yoon and O. H. Kwon, “A Study on Industrial Injury Analysis for Manufacturing Industry”, Vol.28, No.8 12-18, 2013.
 - 4) J. Y. Lee et al, “A Study on Risk Assessment of Industrial Machines” Research Report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2010.
 - 5) J. W. Jung, “A Study on the Implementation of Risk Assessment System at Workplace in Korea”, Vol.29, No.3, 121-128, 2014.
 - 6) G. H. Choi, “Cost-Benefit Analysis on Improvement of Regulations for Safety of Industrial Equipments, Research Report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2011.
 - 7) G. H. Choi et al, “Adjustment of Industrial Machines Subject to Safety Inspection”, Research Report, Occupational Safety and Health Research Institute, 2012.