

위험기계의 위험성평가 및 제조물책임대책 연구

윤상용 · 김두환 · 손두익

한국산업안전공단 산업안전보건연구원

1. 서론

기술전문인력이 없는 중소기업에서도 활용할 수 있는 산업용 위험기계의 위험성평가 체크리스트를 개발하기 위하여, 기존의 체크리스트를 평가하고 위험도를 보다 합리적으로 파악 관리할 수 있는 간단한 체크리스트를 개발하였다. 제조물책임법의 시행을 앞둔 시점에서 산업용기계·설비 제조업체가 안전성향상을 통한 제조물 결함대책에 적절히 대응할 자료의 마련을 목적으로, 우리업체의 실태를 파악하고 설계단계의 안전성 평가 방법과 안전기준을 제시함으로써 제조물책임법 시행에 따르는 기업의 피해를 예방함과 아울러 산업재해 예방에 기여하고자 한다.

2. 주요기계의 위험성 평가

가. 기계·설비의 위험성 평가의 개념과 방법

위험성평가(Risk Assessment)는 평가하고자하는 대상의 위험요인을 체계적으로 분석한 후, 용도에 따라 그 정도를 평가하는 일련의 절차이다. 위험성을 평가하는 방법에는 Safety Review, method of Checklist, Failure Mode and Effect Analysis, Fault Tree Analysis, Event Tree Analysis법 등 여러 가지가 있으나, 평가의 목적과 평가 대상 기계설비의 종류 및 위험의 복합성 등을 고려하여 필요한 기법을 선택하거나 조합하여 활용할 수 있다.

나. 위험성평가의 절차

맨 먼저 평가하고자하는 범위를 결정(기계의 한계 사양 결정)한다 ⇨ 잠재위험의 도출(Hazard Identification)한다 ⇨ 위험성을 추정(Risk Estimation)한다 ⇨ 위험성을 평가하고 판단(Risk Evaluation)한다 ⇨ 위험이 수용가능한 수준인가를 결정한다 ⇨ 잔류하는 위험이 수용 가능한 수준이 된다면 종료(위험수준이 수용 가능한 수준이 되지 않았다면 위험 감소조치를 취하는 경우 그 조치를 행한 후 그에 따르는 위험 평가를 수행하여 수용 가능한 수준이 될 때까지 안전조치를 강구 : Feed Back)한다.

* 참고 : PL법이 없었던 지금까지는 정상적이며, 사양범위 내에서의 위험을 고려하는 것만으로도 별 무리가 없었다. 그러나 지금부터(PL법이 적용되는)는 '합리적으로 예상되는 오용' 또는 '예상되는 사용(foreseeable Use)'이라는 생소한 영역에 대한 안전도 평가범위

에서 고려하지 않으면 안 된다.

다. 기존 체크리스트(KOSHA CODE, M-32-2000)에 의한 프레스 위험성 평가

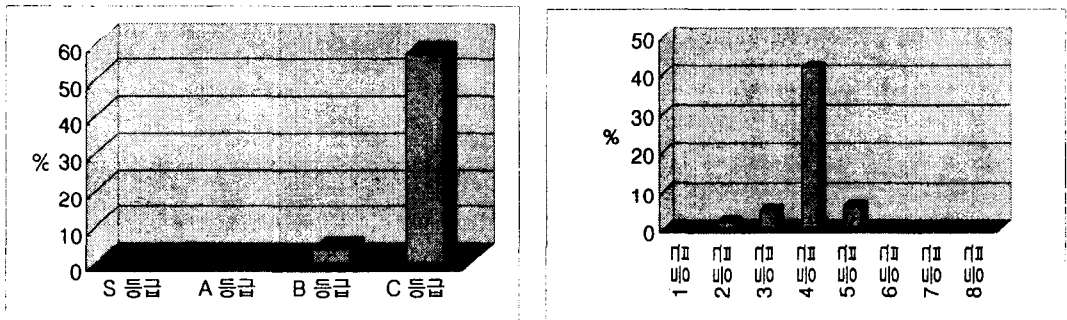
(1) 기존 체크리스트의 문제점은 다음과 같으며 현행 체크리스트를 사용하여 평가한 결과는 그림 2의 A와 같이 한쪽으로 치우쳐(C등급에 집중) 있다.

(가) 10개의 평가 항목 중 5개 항목은 프레스기계의 고유위험 이라고 볼 수 있으나, F6(운전자의 경력) 등 5개 항목은 프레스기계 고유의 위험성이라고 볼 수 없다.

(나) 프레스의 경우 작업점(위험점)의 안전방호가 핵심적 사항인데 안전장치를 부착하지 않은 경우, 위험이 연속적으로 발생되므로 무척 위험한 상태임에도 위험 계수를 12로 한정하고있다.

(다) 대체적으로 현재하는 위험 중심평가이며, 잠재 위험은 경시되고 있다.

(라) 각 평가 인자별 위험계수를 획일적으로 4등급 구분함으로써 인자별로 다양한 위험 정도를 구분(가중)하여 표현하지 못하고 있다.



[그림1:개선 전][그림2:개선 후] 프레스 위험성평가결과 위험등급분포

(2) 위험기계의 평가 체크리스트 개발 및 적용결과

현행 체크리스트의 문제점을 보완하여(별표1) 프레스의 위험도를 평가해본 결과 그림2의 B와 같이 정규분포를 보이고 있는 것으로 보아 현행 체크리스트의 문제점이 보완된 것으로 판단된다.

(3) 평가의 의의 및 활용

이상과 같은 절차를 통하여, 위험 등급이 파악되면 이를 안전점검이나 검사주기의 결정을 위한 참고자료로 활용 할 수 있다. 물론 위와 같은 자료는 우리나라의 중소기업에서 적용 할 수 있도록 단순화 한 하나의 모델이므로 맹목적으로는 활용하지 않아야 한다. 이와 같은 자료는 작업 시작 전 점검 등 일상점검이 잘 이루어지고, 그에 따른 대책들이 정상적으로 이루어지는 경우에 보다 좋은 보조자료가 된다.

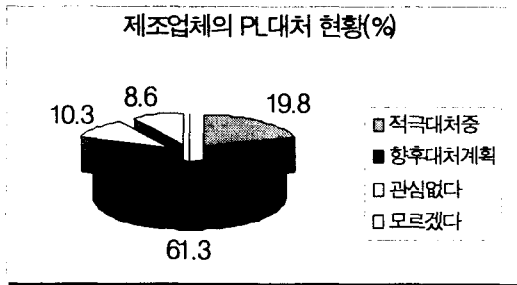
<표 1> 위험성 평가 결과 위험의 등급 및 조치기준

위험의 등급	평 점	조 치 기 준
I	1점 이하	만족 : 법정최저기준관리
II	5점 이하	안전 : 현행대로관리
III	10점 이하	위험 낮음 : 현행대로 관리
IV	50점 이하	다소위험 : 주의하여 관찰
V	100점 이하	위험이 높음 : 가까운 시일 내 안전진단이나 점검 정비 실시
VI	500점 이하	위험이 매우 높음 : 즉시정밀진단/점검/정비를 실시하여 결과에 따라 조치
VII	1000점 이하	위험이 극도로 높음 : 사용정지검토, 재사용 가능성 정밀 검토하고 필요한 조치
VIII	1000점 이상	사용불가 : 사용정지, 가능한 한 폐기/대체

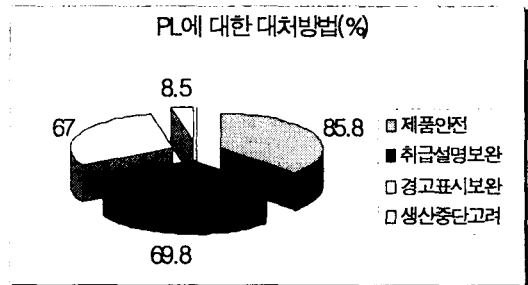
4. 기업의 제조물책임 대책

“제조물책임(Product Liability, 약칭 : PL)”이란, 제조물의 결함으로 인하여 생명·신체 또는 재산에 손해를 입은 자에 대하여, 당해 제조물의 제조업자가 손해를 배상하여야 하는 것을 말하며 2002. 7. 1 시행에 들어가게 된다.

가. 우리나라 기업의 PL대응 현황



[그림 3]



[그림 4]

- 산업용 기계설비 제조업체의 PL 대응실태(응답자 : 106명)

대부분의 응답자는 자기 회사 제품의 위험성이 대체로 높지 않다라고, 상당히 낙관적으로 보고있으나 제품의 안전과 관련하여 피소되거나 클레임을 당한 경우는 15.0%이었다. PL에 대한 대처방법(중복응답 가능)으로는 기계설계시에 안전성 평가나 심사를 실시하여 구조적으로 안전하게 한다(85.8%), 제품의 사용설명서에 기계의 위험성과 안전

사용법을 상세하게 보완한다(69.8%), 제품의 위험부위에 경고나 주의 표시를 강화한다(67.0%사) 등이 주류를 이루고 있으나, 위험의 개선이 어려운 품목의 경우에는 생산이나 판매를 중단하겠다(8.5%)는 업체가 눈에 띄는 대목이다. 폐업 또는 업종의 변경을 고려하는 회사는 없었다.

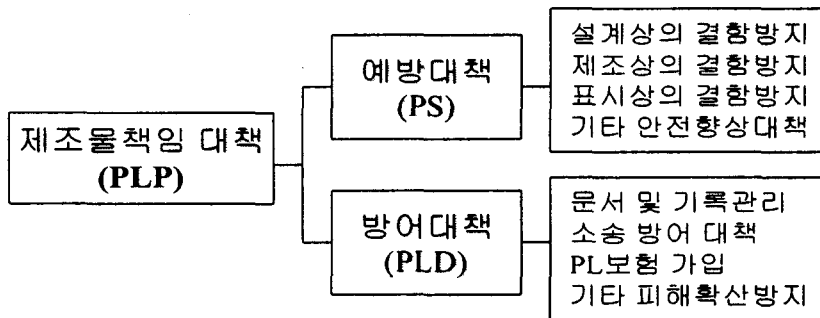
- 그 외 PL 대책으로는(복수응답 가하므로 합계가 100%는 아님) : 안전성 평가 후 문제점이 발견되면 도면과 제품의 구조를 개선한다(55.7%), 외주가공품 및 구매 부품에 대한 품질 관리를 더욱 엄격하게 한다(26.4%), 제품에 간단한 주의나 경고표시를 추가하거나 사용설명서를 상세히 보완한다(24.5%), S마크 등 공신력 있는 안전인증을 취득(16.0%)한 사례도 있었다. PL보험에 가입하거나 자문변호사를 선임(34.9%), 광고나 제품 소개자료에 표시한 과대 홍보 내용을 삭제/수정한 회사도 2.8% 있었다.

나. 기업의 PL대책(Product Liability Prevention, PLP)

(1) PL예방대책 및 제품안전(PS)

(가) 설계단계에서의 결함방지

설계상의 결함이란, 제조업자가 합리적인 대체설계를 채용하였다면 피해나 위험을 줄이거나 피할 수 있었음에도 대체설계를 채용하지 아니하여 당해 제조물이 안전하지 못하게 된 경우로서, 안전설계 및 강도미흡·안전장치미비·부적절한 원재료나 부품의 선정·경쟁기업에나 사회 일반적인 기술수준에 훨씬 미흡한 기술 수준으로 인하여 제품자체가 안전성을 결여하게 되는 것을 말한다. 설계상의 결함이 발생하면, 해당 전 제품이 안전성이 없다는 것이므로 수많은 피해를 일으키거나, 전 제품을 회수(리콜)하여야 하는 상황에 몰릴 수 있어서 해당기업에 치명타를 줄 수 있다. 위험의 존재를 확인한 후에는 여기서 생길 수 있는 사고의 강도와 빈도를 분석·평가하고, 이를 배제하기 위한 대책을 강구하여야 한다.



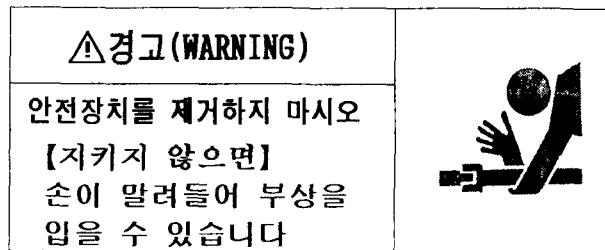
[그림 5] 제조물책임 대책 체계도

(나) 제조단계에서의 결함방지

제조상의 결함이란, 제조물에 대한 제조·가공상의 주의의무의 유무에 불구하고 제조물이 원래 의도한 설계와 다르게 제조·가공됨으로써 안전하지 못하게된 경우를 말한다. 즉, 설계상으로는 결함이 없으나, 설계서와 다른 불량 재료나 부품의 사용, 용접 또는 조립상태의 불량, 설계와 다른 가공, 異物質混入 등으로 인하여 안전상의 결함이 발생된 경우이다. 이러한 결함을 예방하기 위하여 제조단계의 검사시스템을 완비하고, 품질관리 체크리스트와 매뉴얼 등을 작성하여 결함제품의 생산 및 출하를 막는데 노력하여야 한다.

(다) 표시상의 결함방지

표시상의 결함(지시·경고상의 결함)이란, 제조업자가 합리적인 설명·지시·경고 기타의 표시를 하였더라면, 당해 제조물에 의하여 발생될 수 있는 피해나 위험을 줄이거나 피할 수 있었음에도 이를 하지 아니한 경우를 말한다. 특히 지시나 경고를 함에 있어서 사용자의 심리나 행동변화를 유도 할 수 있는 정도의 요건을 갖추도록 하여야 한다(실제로, 문자로만 “위험”, “주의” 등을 표시한 경우에 대하여는 표시상의 결함을 인정할 사례가 있으며, 적어도 다음 그림과 같이 경고표지와 위험을 표현한 그림 및 지시대로 하지 않는 경우 일어날 수 있는 사고의 결과까지를 명시함으로써 사용자의 행동변화를 유도시키는 것이 필요)



[그림 6] 경고라벨(사례)

(2) 방어대책(PLD) : 내용생략

6. 제품안전(Product Safety)

설계단계와 제조과정에서의 안전성을 확보하는 것이 제품안전(PS)의 핵심이라고 할 수 있다.

- 설계상의 결함을 방지하기 위 하여는 제품의 개발 및 기획 단계에서부터 설계에 이르기까지 하나의 유기적인 활동을 하는 것이 필요하다. 법령이 정하는 즉, 그 제품

이 반드시 지켜야 할 안전기준과 임의로 정할 수 있는 안전 수준을 결정하여야하고, 그 제품이 사용 될 때 예상되는 위험(특히, 어느 정도 까지 잘못 사용될 수 있다는 범위를 예측)을 예상하고, 그에 따르는 위험을 제거하거나 안전을 확보 할 수 있도록 하여야 한다. 안전과 관련되는 부분에 대하여는 왜 그렇게 설계하였는지를 설명 할 수 있는 자료를 기록으로 보관, 관리하여야 한다.

- 가능하면, 동종업계의 최상급에 해당되는 안전 수준을 확보한다. 특히 법령에 규정된 안전기준은 반드시 지킨다. 사용지역의 기후, 문화적 특성과 사용자의 교육수준, 사용언어, 습관 등에 대하여도 고려한다.

- 과거의 클레임정보, 판례, A/S, 사고사례 등을 D/B로 구축하여 신제품 설계에 반영한다.

7. 문서관리 및 취급설명서 : 내용생략

8. 결 론

우리나라의 산업 현장에 사용중인 주요위험기계 10종에 대하여 위험성평가 실태를 조사한 결과 중소기업에서 주로 사용되고있는 프레스, 크레인, 사출기 등의 단위기계에는 FTA나 FMEA 등 시스템적인 평가기법은 어렵거나 복잡하기 때문에 현실적으로 적용 될 수 없는 것으로 나타났다. 이에 따라 우리나라 중소기업에서 적용 할 수 있는 안전성 평가방법은 체크리스트법(선호도 91.7%)이고, 보다 간단하고 알기 쉬운 기법이여야 함을 밝히고 이에 대하여 연구하였다. 그 결과 개선된 체크리스트, 분류등급세분(4등급→8등급) 및 그에 합당한 활용기준을 제시하였다.

제조물의 안전성 결함을 광범위하게 규제하게될 “제조물책임법”의 시행을 앞두고 산업용 기계·설비 제조업체가 적절히 대응하지 못하고 있는 실정을 지원하기 위하여, 제조업체의 대응 실태와 필요·소구에 대한 실태를 조사한바, 환경변화에 미처 대비하지 못하는 것으로 보이므로, 산업용 기계설비 제조업에서 생산품(산업용 위험기계설비)의 안전성향상과 PL대응에 필요한 자료를 수집하고 정리함으로써 이들 사업장 지원 자료를 마련한다.

참고문헌

- [1] 한국공업표준협회, 제조물책임, 1991
- [2] 한국소비자보호원, 제조물책임법의 제정에 관한 연구, 1994
- [3] 하중선·최병록, 제조물책임법과 결함방지대책, 한국표준협회, 2000
- [4] 청림출판, PL법: 기업이 모르면 망하고 소비자가 모르면 손해본다, 1995
- [5] EN 1050(Safety of machinery - Principles for risk assessment), 1996

[6] The Machinery Directive(93/68/EEC), 1995

[7] Global Essential Safety Requirements & Risk AnalysisISO/TC178/WG4), 2001

[8]Horst Liedtke, Unfallverhutung an Pressen, 프레스재해예방대책세미나 P55, 1996

<별표 1> 체크리스트(개선 후)

순	평가 항목		세항별 평점	평점
1	최대 위험의 크기	사고발생 시 예상되는 최대 재해의 크기는	㉠ 가벼운 골절: 1 ㉡ 주요부위의 골절(장해발생: 2 ㉢ 손가락 절단 정도의 재해: 4 ㉣ 손목의 절단이나 눈의 실명: 8 ㉤ 사망/치명상/2이상의 중상: 15	
2		동시 작업자 수	㉠ 1-2명: 1 ㉡ 3-7명: 2 ㉢ 8명-15명: 4 ㉣ 16명 이상: 8	
3	재해발생의 가능성·빈도 및 실적	재해발생 가능성은	㉠ 발생 가능성이 거의 없음: 0.1 ㉡ 발생 가능성이 극히 적음: 0.5 ㉢ 발생되지 않을 것 같음: 1 ㉣ 발생가능하나 흔하지 않음: 2 ㉤ 발생 할 수 있 음: 5 ㉥ 가까운 장래에 발생할 것 같음: 8	
4		위험에 노출되는 빈도는	㉠ 거의 없음: 0.1 ㉡ 일 1회 정도: 2 ㉢ 년 1회 정도: 0.2 ㉣ 시간주기로: 4 ㉤ 월 1회 정도: 1 ㉥ 연속적으로: 5 ㉦ 주1회 정도: 1.5	
5		최근 2년 간 사고 발생 사실은?	㉠ 없다: 1(무 영향) ㉡ 1건: 1.5(50% 할증) ㉢ 2건 이상: 2(100% 할증)	
6	안전 방호 장치	작업점 방호장치	㉠ 거의 완벽함: 1 ㉡ 있으나 완벽 않음: 1.5 ㉢ 있으나 형식적: 2 ㉣ 없다: 3	
7		기타 전동장치 및 구동부의 상태	㉠ 안전함: 1 ㉡ 있으나 완벽 않음: 1.5 ㉢ 노출(접촉거리 내): 2	
8	기계의 노후화 정도		㉠ 1년 미만: 1.5 ㉡ 2 - 4년: 1 ㉢ 5 -10년: 1.5 ㉣ 10년 이상: 2	
9	사고발생 시 생산에 미치는 영향		㉠ 영향 미미: 1 ㉡ 생산량의 30%미만 감소: 1.3 ㉢ 생산량의 30%이상 감소: 2 ㉣ 전 공장 정지: 3	
10	회사의 안전관리 수준		㉠ 우수: 0.8(20% 우대) ㉡ 보통정도: 1 ㉢ 보통이하: 1.5 ㉣ 불량(매우 미흡): 2	
총 위험평점 (각 항의 평점을 모두 곱함)				