프레스용 감응식 안전장치의 수명 영향 평가

태순호† · 김용수 · 윤상용*
서울산업대학교 안전공학과 · *한국산업안전공단 산업안전보건연구원
(2001. 4. 3. 접수 / 2001. 6. 16. 채택)

The Evaluation of Influence on the Life Cycle of Electro Sensitive Protective Equipment in Press

Soon-Ho Tae† · Yong-Su Kim · Sang-Yong Yun*
Department of Safety Engineering, Seoul National University of Technology
*Korea Occupational Safety & Health Agency
(Received April 3, 2001 / Accepted June 16, 2001)

Abstract : This study is intended to estimate influences upon life cycle of ESPE(Electro Sensitive Protective Equipment) which is kinds of commonly used in press in domestic industry. First, the field survey is executed to workers and safety managers at work places. In the survey, the main primary factors influenced the life cycle of ESPE were vibration due to overload work in workplace. Second, experiment results showed that 37㎷ acceleration in press work would lead to the life of 132 for 8 hours work per day. Therefore, the vibration of press inflicted significant effect on the life of ESPE.
Key Words : ESPE, press, life cycle, acceleration

1. 서 론

프레스는 각종 금속제 부품이나 소재의 전단, 성형 및 압축작업 등에 광범위하게 사용되고 있으며, 동일품의 대량생산, 빠른 작업속도에 따른 경제성 때문에 널리 사용되고 있지만 그 가공방법의 고유 특성에 따르는 위험성이 있고, 그로 인한 재해도 빈번하게 발생되고 있어서 가장 대표적인 위험기계이다. 한국산업안전공단 보고에 의하면 우리 나라는 프레스의 설계, 제작 및 완성단계에서 필요한 안전성 검사를 실시함에도 불구하고, 산업용 기계 · 설비 중 위험 순위 3위를 차지한다[1]. 설문조사 결과, 특히 영세사업장의 경우 프레스의 일반적인 사고원인과 방호대책이 제시되어 있음에도 불구하고[2], 안전장치 없이 작업하는 경우도 많고, 근로자들의 잘못된 습관으로 인하여 안전장치 사용을 기피하거나 고장이 아닌 경우를 고장으로 오인하는 등 적절한 안전관리를 하지 못하는 것으로 파악되었다.

†To whom correspondence should be addressed.
tsh111@duck.snut.ac.kr

프레스 작업에서 생길 수 있는 사고를 방지하기 위하여 가장 좋은 방법은 Barrier guard, 안전금형 또는 재료의 송급 · 배출을 자동화하는 방법 등으로 No-Hand-in-Die type이 있으나, 작업 공정의 특성상 Hand-in-Die type인 경우 그 대처방안으로 반드시 안전장치를 사용하여야 한다. 안전장치에는 여러 종류가 있지만[3], 가장 많이 사용되고 있는 감응식 안전장치(ESPE, Electro Sensitive Protective Equipment)는[4] 시계가 차단되지 않고 설치가 간단하여 사업장에 많이 보급되어 사용되고 있으나, 사용자의 무지 및 사용환경 등의 원인에 의하여 고장이 잦을 뿐 아니라 그 수명이 프레스의 수명에 비하여 짧아서 안전관리나 경제적인 면에서 사용자들의 불만을 받고 있는 실정이어서 프레스 안전장치의 사용환경, 사용방법 등 전반적인 사항에 대하여 조사 · 연구하여 문제점을 개선할 필요가 있다.

따라서 본 연구는 국내에서 생산되는 감응식 안전장치의 사용환경을 조사하고, 조사결과를 바탕으로 수명에 영향을 주는 주요인자를 파악한 후, 이들 인자와 수명과의 관계를 규명하기 위한 실험을 하

여 수명 연장에 필요한 개선점, 경제적인 보수주기(maintenance term)설정 및 신뢰성이 더욱 향상된 광전자식 안전장치의 제조·개발·보급을 도모할 수 있는 정보를 제공함으로써 프레스의 근원적 안전성 확보에 있다.

2. 설문조사

2.1. 조사 방법

설문조사는 감응식 안전장치의 수명을 결정하는 인자를 파악하는 것이 가장 중요한 것으로 이 인자를 파악하여 실험의 변수로 사용하는 것은 정확한 데이터를 얻기 위하여 반드시 필요하다. 설문조사 대상지역은 서울 및 경기도의 대기업 및 중소 영세 기업으로 하고, 대상자는 설문의 신뢰성을 높이기 위하여 설문대상자를 달리 하였다. 첫 번째 실제 프레스 사용자 관점에서 안전장치의 수명에 영향을 주는 요인 조사에 중점을 둔 설문으로, 대기업의 경우 자체 안전관리기사 및 안전담당자에게, 중소 영세 기업은 한국산업안전협회의 대행 안전관리자에 의하여 답변을 얻었다. 두 번째, 현장 기술지도자들의 관점에서 수명에 관련되는 질문을 하였으며, 안전관리 및 기술지도를 담당하는 한국산업안전협회의 안전관리기사에 의해 답변을 얻었다. 대상업체 수 및 프레스 수는 첫 번째의 경우 18개 업체의 약 190대를 대상으로 조사하였고, 두 번째의 경우 173개 업체의 466대를 대상으로 조사하였다.

2.2. 분석결과

2.2.1. ESPE의 사용정도

프레스의 사용정도에 대한 설문조사는 보다 정확한 자료를 얻기 위하여 사용자보다는 기술지도자를 대상으로 하였다. 내용은 프레스의 감응식 안전장치를 규정에 따라 사용하는 지의 여부를 조사하였으나, 잘 사용하지 않음이 38%로 응답하여 많은 사용자가 기피하는 것으로 나타났다. 또한 사용하지 않는 이유에 대한 설문에서는 사용하는데 불편하기 때문이라고 응답한 것은 76%로서 전체 3/4이나 되어 이는 방호장치가 구비해야 할 일반원칙에서 "작업 방해의 제거"[1]에 걸리는 요소가 되고 있다. 이에 대한 원인은 작업자의 습관에 따른 것이 절대적인 것으로 나타나서, 이것은 안전장치의 수명문제와는 다른 방향에서 문제점을 해결할 수 있는 방안이 모색되어야 할 것으로 생각된다. 또한 "연구에 도움이

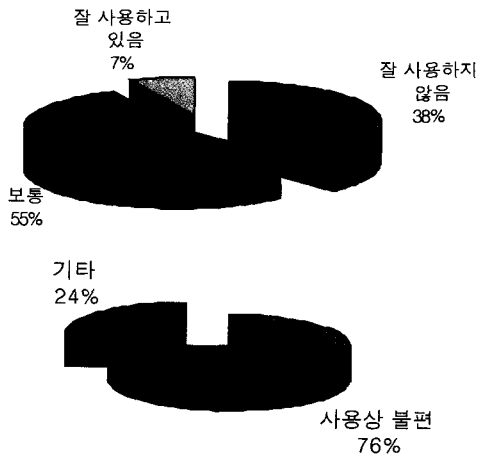

Fig. 1. Present used condition and unused reason of ESPE

될 수 있는 내용을 조언해 주십시오"라는 설문에서는 반사식 안전장치의 난반사 문제를 지적하였고, 유럽의 투수광식 사용을 권고하였다. 현재 생산업체의 동향을 살펴보면 유럽의 투수광식의 개발을 완료하였다. 그러나 국내의 검정기준이 없고, 공급가격이 높은 이유로 국내 시장에서 크게 팔리지 않고 있는 실정이다. 국내에서의 판매와 국외로의 수출을 위해서도 투수광식 안전장치의 검정 기준 및 생산기준이 마련되어야 할 것이다.

2.2.2. ESPE의 사용수명

프레스 안전장치의 사용기간에 대한 응답에서 사

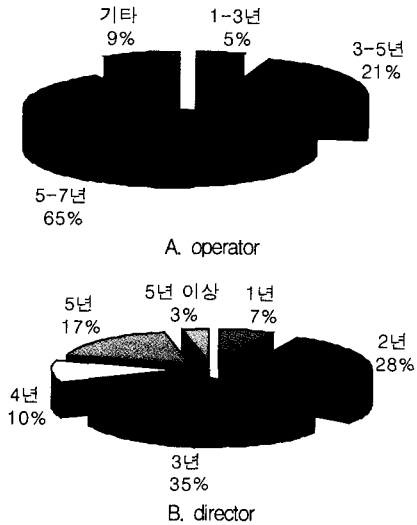

Fig. 2. Average life cycle of ESPE

용자는, 5~7년이 65%, 3~5년은 21%로 응답하여 대부분의 안전장치는 3년 이상(86%)은 사용하고 있는 것으로 응답하였고, 기술지도자의 경우 3~5년이 62%, 5년 이상이 3%로 3년 이상 사용하는 것은 65%로 사용자의 응답보다 상당한 차이를 보였는데 이를 확인하기 위하여 실제 방문조사 결과 사용자가 고장 등의 이유로 사용하지 않으면서도 적당하게 응답한 때문으로 판단된다.

2.2.3. ESPE의 고장부위

Fig. 3의 사용자 응답에서 고장발생 부위는 센서부(투광기)가 38%, 지도자 응답에서 72%로 가장 높게 나타났고, 또한 사용자 응답에서 무응답이 39%로 고장의 부위조차 모르고 있는 경우가 많다는 것을 알 수 있다. 따라서 실질적인 고장부위에 대하여 좀더 정확히 알기 위하여 생산업체의 A/S 담당자를 면담한 결과 투광부 내부의 납땜이 진동에 의하여 탈락하는 것이 대부분 고장의 원인이라고 조사되었다. 특히, 영세 사업장의 경우 고장부위 조차 몰라 방치되는 경우가 있고, 안전장치를 제거하는 경우도 있어 사고의 잠재적 위험이 심각하다 할 수 있다. 그리고 사용자가 반사부의 고장이라고 생각하는 대부분은 기름때 등의 오염물질에 오염되어 작동하지 않는 것도 고장이라고 생각하고 있으며, 반사부의 유리나 플라스틱의 파손 등으로 나타났다. 이러한 오염에 의한 것은 투수광 부위의 청결 유지만으로도 다시 작동할 수 있으며, 플라스틱의 파손은 교체로 성능을 다시 유지 할 수 있을 것으로 본다.

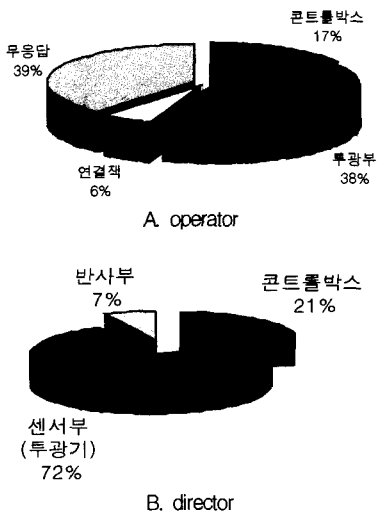

Fig. 3. Failure parts of ESPE

2.2.4. ESPE의 고장발생 원인

안전장치의 고장원인을 조사한 결과, 사용자의 경우 진동에 의한 고장이라고 생각하는 사람이 55%, 또한 실제적으로는 진동에 범주에 넣을 수 있는 무리한 압력 및 고의적 타격에 의한 고장이 22%로 전체 진동에 의한 고장은 약 77%나 되어 진동에 의한 원인으로 나타났다. 지도자의 경우 오염 등 관리상의 문제가 52%, 진동에 의한 고장이 41%로 양자간의 설문조사 결과 진동과 관리상의 잘못으로 인한 고장이 가장 많다는 것을 알 수 있었다.

이 설문에서는 프레스 사용자가 생각하는 고장과 실제 고장을 어떻게 생각하는지를 조사한 항목으로서 오염을 포함한 관리상의 문제가 50%를 넘어서 사업장 안전장치의 관리상태가 진동이나 온·습도 등 환경요인보다 더 심각한 것으로 조사되었다. 이러한 관리적인 문제는 고장이 아닌 것도 고장이라고 판단할 수 있는 원인을 제공할 수 있기 때문에 프레스 사용자에 대한 철저한 교육이 필요함을 알 수 있다.

이상의 분석결과에서 감응식 안전장치를 사용하지 않는 경우가 상당수에 이르고 있으며, 사용수명은 5년 미만이라고 응답한 것이 대부분으로 실제 프레스 자체 수명에 비하여 짧다는 것을 알 수 있다. 또한 고장부분은 약 2/3 이상이 투수광부이며, 고장원인은 사용자의 관리상 문제가 가장 크고, 그 다음으로 진동에 의한 것으로 나타나서 이러한 요인을 실험변수로 하여 실험을 하였다.

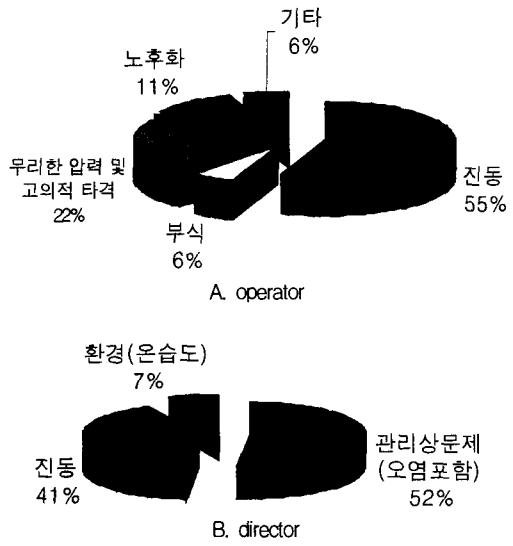

Fig. 4. Failure factors of ESPE

3. 실험방법 및 고찰

3.1. 실험방법

3.1.1. 열환경 실험

열환경 실험은 프레스 안전장치를 사용온도보다 높은 온도 조건에서 가속실험을 함으로서 안전장치의 수명을 단축시켜 짧은 기간동안에 자료를 얻은 후 정상상태에서의 안전장치의 수명을 추정하는데 있다.[5] 본 연구에서는 근로자가 작업할 수 없는 저온실험은 실시하지 않았다. 실험방법은 가열기안에 투·수광기를 설치하고 가열기 내부에 회전 모터에 방출신호 차단장치를 설치하여 주기적(5rpm/min)으로 방출신호를 차단할 수 있도록 하였다. 투광기가 방사하는 신호를 주기적으로 차단함으로서 생기는 신호에 의해 컨트롤기의 relay가 작동하고, 이 신호는 외부에 설치된 data logger를 통한 후 별도의 컴퓨터에 24시간 저장되도록 프로그램화하였다. 실험에 사용한 시험편수는 A, B사 각각 3개로 하고, 온도상승은 70℃를 기준으로 80℃와 90℃에서 각각 48시간씩 유지하는 계단형 가온방식(step stress)[6]으로 하였고, 온도오차는 평균 ±3℃이었다. 온도가 정상적으로 유지되는지를 확인하기 위하여 oven에 설치된 온도계 외에 적외선 온도계 및 data logger의 온도 장치를 병용하여 사용하였다. 실험 전에 시험편의 정상작동 여부를 확인한 후 실시하였다.

3.1.2. 내전압 시험

내전압 시험은 안전장치의 내전압성을 측정하기 위하여 실시하였으며, 철제외함과 전원을 연결하여 과전압을 보낸후 작동 여부를 관찰하여 상용전압에서의 고장유무를 확인하고자 실시하였다. 시험은 한국산업안전공단의 내전압시험 방법에 따라 외함과 전원선에 1,500V의 전압을 1분간 걸어 실험한 후 작동여부를 살펴보았다. 사용된 시편은 A사 B사 각각 2개씩 총 4개를 시험하였다.

3.1.3. 진동실험

진동실험은 프레스를 산업현장에서 사용할 때 생기는 진동보다 더 가혹한 조건에서 실험하여 사용수명을 단축하는 것으로, 여기서 측정한 수명시간을 이용하여 정상적으로 사용하고 있는 안전장치의 수명을 예측하고자 하는 실험이다[7~11]. 진동실험은 프레스가 상하 왕복운동을 하는 점을 감안하여 실시하였다. 시험편을 진동대에 올려놓고 미리 설정한 진동가속도, 속도 및 변위에서 시험편이 고장이 날 때까지(1,600시간) 계속 수행하여 고장시간을 측정하고, 전체 시험편이 고장나면 그 다음 단계에서 실험을 하는 일정진폭 방법을 사용하였다[12]. 가속실험을 위한 진동 진폭의 크기는 Table 1과 같이 200ton 용량의 프레스가 5t 두께의 철판을 절단할 시에 측정되는 진동을 기준으로 하였다. 첫 번째 진동실험은 감응식 안전장치가 받는 진동으로 하였으며, 두 번째는 프레스 자체가 받는 진동으로 하였고, 세 번째는 프레스가 받는 이상의 진동으로 실험하였다. 진폭의 크기는 각각의 설정치에서 진동계로 5번씩 측정하여 산술 평균한 값으로 하였다.

실험 중인 투광기의 고장의 유무를 확인하기 위하여 12시간마다 광전자식 안전장치의 정상회로를 구성하여 정상작동인지 또는 고장인지를 확인한 후, 정상작동을 하면 진동대에서 계속 실험을 하고, 고장이면 그 때까지 실험한 시간을 측정하였다. 시험에 쓰여진 안전장치는 우리 나라에서 많이 보급되어 시장점유율이 높은 2개의 제조회사에서 생산한 4광축의 성능검정에 합격된 것이다. 장치자체의 부피, 무게 등에 대한 변수는 두지 않았다. 동일조건

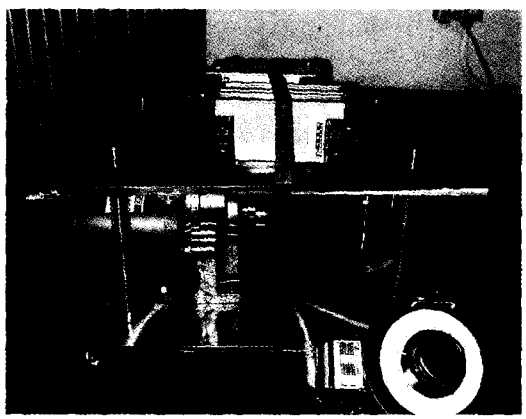

Fig. 5. Vibrator

Table 1. Average accelerations of experiment

진동기 회전수 (rpm)	계측 회전수 (rpm)	가속도 (G) 값 (m/s^2)	속도값 (cm/s)	변위값 (mm)	시험편수 (개)
80	174	12	7.0	2.46	A, B사 각 4
90	183	22	54	1.8	A, B사 각 4
100	188	37	108	3.9	A, B사 각 4

에서 실험한 시험편 수는 시료A, B 각각 4개씩, 3조건으로 전체 24개의 시험편을 실험에 사용하였으며, 측정된 값을 산술 평균하였다.

3.2. 고찰

3.2.1. 열환경실험 결과

투광부를 주위온도 70℃, 80℃ 및 90℃ 각각의 조건에서 48시간 유지시키면서 실험한 결과 고장은 없었다. 따라서 90℃ 이내에서의 광전자식 안전장치는 온도 영향을 거의 받지 않는다는 것을 알 수 있다. 광전자식 안전장치가 사용되고 있는 현장의 실제 온도는 더운 여름이라도 40℃를 넘지 않을 것이다. 이 온도 이상이 되면 근로자의 적정한 작업환경 온도가 될 수 없지만 자동화 공정 등의 특수한 경우의 가혹조건을 고려하여 90℃까지 실행하였다.

3.2.2. 내전압시험 결과

내전압 시험은 0V에서부터 1,500V까지 계속 전압을 올린 후 1,500V에서 1분간 전압을 고정시켜보았다. 내전압시험 결과 시료A, B의 시편 4개 모두 시험이 끝난 후 재 작동되어 고장나지 않았다. 적은 개수의 시료로 이루어진 이 실험을 통하여 전체의 신뢰도를 예측하는 것은 무리일 수도 있으나, 한국산업안전공단 인증센타의 검종시험결과도 높은 신뢰성을 보이므로 국산 광전자식 안전장치는 상용전압에서 신뢰도가 높은 것으로 판단된다.

3.2.3. 진동시험 결과

실험결과 대부분 투수광기의 고장은 기판과 전선, 부품소자 등을 연결하는 납땜용접부위의 탈락에 인한 것으로 나타났다. 안전장치 전체를 보면 다양한 부품과 소자, 전선 등으로 구성되어 있지만, 가장 취약한 부분은 납땜용접연결 부분으로 나타났다. Fig. 6은 진동실험결과 값을 지수확률용지에 plotting 한 결과로 거의 선형적이어서, 일반 assembly나 system의 고장과 같이 지수 분포를 따르고, 현행 제조되고 있는 안전장치도 이 분포를 따른다고 할 수 있다.

Table 2.와 Fig. 7은 안전장치가 받는 가속도에 따른 고장시간으로 만약 프레스의 안전장치가 일정한 가속도로 계속작업을 한다면, 그 사용 가속도에 따른 안전장치를 사용할 수 있는 시간을 예측할 수 있음을 보여준다. Table 2에서 가속도와 고장시간 관계를 보면 가속도 117㎨의 경우는 안전장치를 1시간 후면 고장으로 사용할 수 없음 나타내고 있어 안

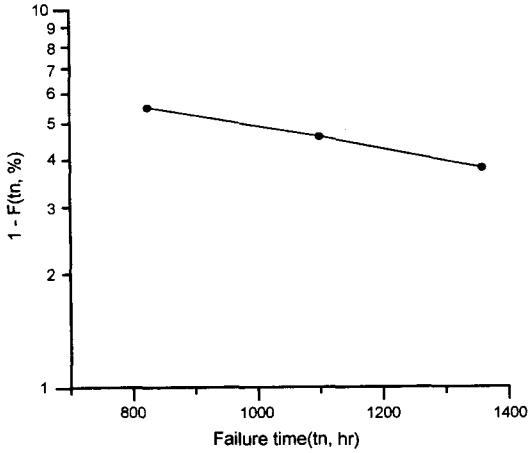

Fig. 6. Failure time distribution of safety device in exponential probability paper

전장치가 받는 이 가속도는 거의 충격에 가까움을 알 수 있다. 여기서 안전장치가 진동크기 0.9㎨로 계속 진동을 받는 경우는 약 7년간 사용할 수 있다.

따라서, 안전장치가 받는 진동에 의한 수명영향이 절대적임을 알 수 있고, 수명연장을 위해서는 안전장치의 제조, 설치 및 사용시 진동을 감쇄할 수 있는 여러 가지 개선대책이 필요함을 알 수 있다.

Table 2. Acceleration vs failure time in safety device

사용년수	6개월	1년	2년	3년	4년	5년	6년	7년
사용시간 (300일×8시간)	1,200	2,400	4,800	7,200	9,600	12,000	14,400	16,800
진동크기 (m/s^2)	80	24	16	11	7.6	4.9	2.7	0.9

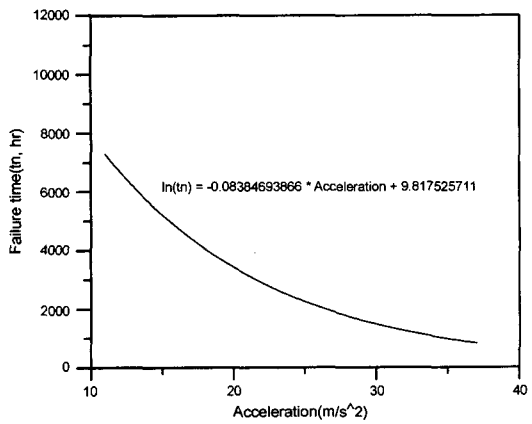

Fig. 7. Acceleration vs failure time for safety device

Table 3. The comparison of use life to accelerated life in safety device of 200ton press

구분	가속수명			상용수명 (1일8시간 300일작업시)	
가속도 (m/s^2)	진동게이지 rpm	rpm	고장 시간 (hr)	rpm	고장시간 (hr)
12	80	174	-	40	-
24	90	183	1,618	40	7,281(3년)
37	100	188	1,056	40	4,752(2년)

설문조사에서도 나타났듯이 사용수명이 2년 미만으로 응답한 회사의 경우는 프레스 사용시 일정한 평균수준으로 사용하지 않고, 과하중으로 작업하는 경우가 많다는 것을 알 수 있다.

3.2.4. 광전자식 안전장치의 수명예측

실험결과 및 실제 사업장에서 사용하는 200ton 용량에 부착되어 있는 광전자식 안전장치의 수명을 예측하였다.

사업장에서 사용하는 프레스 슬라이드의 평균 행정수는 1분에 약 40회 작업을 하는 것으로 나타났다. 가속수명시험에서 실시한 행정수에 따른 수명을 실제 안전장치에 적용하면 Table 3에 나타난 상용수명의 고장수명과 같다.

진동기의 회전수는 실제 프레스의 진동속도보다 분당 약 4.5배 이상으로 진동을 주었다. 하루 작업시간을 8시간이라 가정하여 고장시간에 곱하면 가속도 24㎨에 노출된 광전자식 안전장치의 수명은 약 3년으로 계산되었고, 37㎨에 노출된 광전자식 안전장치의 수명은 약 2년으로 계산되었다. 따라서 Fig. 7의 가속강도에 따라 본 실험에서 나온 평균수명식은,

$$t_n = e^{-0.084Acc+9.8} \tag{1}$$

이며, 여기서 t_n : 상용 사용시간(hr)

Acc : 가속도(m/s^2)

이고, 식 (1)을 바꾸면

$$t_n = e^{(9.8-0.084Acc)} \tag{2}$$

가 된다. 또한 프레스 슬라이드의 행정회수와 수명시간을 고려한 식은,

$$rpm_n \cdot t_n = rpm_s \cdot t_s \tag{3}$$

이며, 이 식은

$$t_n = \frac{rpm_s \cdot t_s}{rpm_n} \tag{4}$$

가 되고, 여기서 t_s : 가속수명시간(hr)

rpm_n : 상용 슬라이드 회전수

rpm_s : 가속실험시 슬라이드 회전수

식 (2)와 (4)의 관계에서

$$t_n = \frac{rpm_n}{rpm_s} \cdot e^{(9.8-\frac{Acc}{12})} \tag{5}$$

로서 상용 프레스 슬라이드의 행정회수와 가속실험 슬라이드 행정회수 및 가속강도를 알면 광전자식 안전장치의 수명을 예측할 수 있다. 그러나 여기서 제시된 수명예측은 어디까지나 정해진 규정을 지키면서 프레스를 사용한다는 전제조건 하에서 예측할 수 있다.

4. 문제점 및 개선대책

4.1. 문제점

본 연구를 위하여 실시된 설문조사와 실험결과에서 사용실태 및 전반적인 안전장치의 문제점이 있었으며, 그 문제점은 다음과 같다.

첫째, 광전자식 안전장치의 주 고장부위는 투수광부의 각 부품을 연결하는 납땜용접부위가 진동으로 탈락되는 경우가 가장 많았다. 납땜용접부의 탈락은 기판이 경량화되지 않은 구형의 안전장치에 더 많았다. 이는 설문조사와 실험결과가 동일한 것으로 나타났다.

둘째, 진동이 많은 원인으로는 프레스 작업 시 실제 프레스의 정격용량(하중)을 초과하여 작업하는 경우가 많아 이로 인한 진동 및 충격이 심한 상황이었으나, 대부분의 프레스에는 진동을 감쇠시킬 수 있는 방진조치 없이 설치·사용하는 경우가 많았다. 예를 들면, 200ton 공압식 프레스로 두께 5mm 철판을 절단하는 작업에서 진동발생실태를 측정한 결과 바닥에 방진장치를 한 경우, 안전장치에 전해지는 진동은 프레스진동의 1/2로 측정되었다. 그러나 대부분 프레스의 경우 콘크리트 바닥 위에 방진장치

의 설치 없이 설치하고 있어서 프레스의 진동이 안전장치에 그대로 전달되고 있는 실정이었다.

셋째, 국내 생산자를 조사한 결과 과거 생산제품보다는 진동에 좀더 견딜 수 있도록 경량화되거나 회로가 단순화됨으로써 제품 신뢰성도 향상되고 있었다. 그러나 안전장치 제조에 사용된 부품은 신뢰성이 검증된 것이 드물었다. 일본 제품의 경우 부품 자체의 신뢰성이 높아 회로기판에 부품소자들을 셀팅 한 후 코팅하여 생산하고 있어서, 국내 제품보다 잔 고장이 없고 사용시간이 5년 이상으로 국내 제품보다 수명이 긴 것으로 파악되었다. 국내 제품의 경우 부품 고장시 부품 교체 필요성 등의 이유로 납땜 용접하여 생산하고 있는데 이 방법이 진동에 취약한 것으로 생각된다.

넷째, 광전자식 안전장치의 고장원인 중에는 적절한 관리를 하지 못한데 기인한 것이 상당히 있었다. 광전자식 방호장치는 광선의 반사, 감응 및 전자기적 제어 부문 등 상당히 예민한 장치로 구성되어 있음에도 불구하고, 현장에서는 투수광부의 오염이 심할 뿐만 아니라, 충격이 수시로 가해지고 있거나 설치의 비견고성 등으로 인한 문제가 많았고, 심지어는 사소한 오염(기름이 묻음)을 고장으로 생각하는 경우도 많았다.

다섯째, 광전자식 안전장치를 사용하는 프랭크 프레스일 경우 유압식 프레스 보다 위험이 높다는 인식을 하고는 있었다. 그러나 위험성을 인식하는 것과 달리 안전장치의 사용은 극히 부진한 것으로 나타났다.

4.2. 개선대책

광선식 안전장치의 수명연장 및 신뢰성을 향상시키기 위한 개선방안은 다음과 같다.

첫째, 안전장치의 제조시 진동 등 환경요인으로부터 시스템 전체의 신뢰성을 향상시키기 위하여 방호장치에 사용되는 각종 부품들은 신뢰성이 인정(검인증)된 제품을 사용한다.

둘째, 제조시 부품조립방식을 현행의 납땜용접방식에서 코팅방식으로 변경함으로써 더욱 신뢰성은 향상될 수 있다.

셋째, 안전장치의 설치에 있어서 프레스 진동이 안전장치로 전달되는 것을 감쇠할 수 있는 방진대책을 반드시 하여야하며, 이를 검정 기준 등에 반영할 필요가 있다. 프레스 자체의 진동이 매우 커서 방호 장치의 설치가 부적합 경우, 프레스와 분리된 지주 형태의 방호 장치를 설치하도록 한다.

넷째, 제조자의 판매·설치 후 사후관리와 향 후 기술개발의 노하우 축적을 위하여 현장에서 보수수리 결과 자료를 data base화 할 필요가 있다.

다섯째, 안전장치를 진동으로부터 보호할 뿐만 아니라, 프레스 자체의 진동을 줄일 수 있도록 프레스를 설치할 때 고무방진 등 방진장치를 하도록 한다. 특히 일정용량 이상의 프레스에는 안전장치를 현행과 같이 프레스에 고정하는 지지대의 끝에 설치하는 대신 프레스와 격리하여 설치하거나 프레스 본체에 설치하는 것이 바람직하다.

여섯째, 안전장치의 사용상의 신뢰성을 높이기 위하여 가능한 숙련자가 프레스를 사용 및 관리(정비 유지·보수)하는 것이 좋으며, 모든 작업자가 방호장치의 특성과 필요성 및 사용법을 알 수 있도록 하여야 한다.

일곱째, 안전장치를 설치·사용한 후부터는 일지 등 안전장치의 상태를 기록하여 문서화할 필요가 있으며, 1년 이내에 고장 발생확률이 63%로 초기고장 비율이 높은 것을 감안하여 현행 1년 주기의 자체점검 기간을 6개월 주기로 할 필요가 있다.

5. 결 론

국내에서 생산되는 광전자식 안전장치의 수명 영향 평가 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

(1) 국내에서 생산되는 안전장치의 대부분의 고장은 온도 및 진동에 의한 것으로 나타났으나(설문조사), 실험결과 상온에서부터 90℃ 이하의 온도환경에서는 전혀 영향을 받지 않음을 알 수 있었으며, 내전압성도 강한 것으로 나타났다. 대부분의 고장이나 수명에 영향을 주는 것은 진동인 것으로 밝혀졌다.

(2) 광전자식 방호장치의 설치 후 1년 내 고장이 63%에 달하므로 프레스의 자체검사 기간(주기)은 1년이나 방호장치 부분의 자체검사 주기만은 6월로 명시하여 주기적으로 점검하고 확인관리 할 필요가 있다고 생각된다. 프레스의 안전관리와 방호장치의 합리적인 관리를 위하여 제조업자 및 사용자의 사후관리 내용을 database함으로써 향후 안전장치 개발 및 프레스 안전관리에 필요한 기술자료를 축적할 수 있도록 하여야 한다.

(3) 선진국에서 사용하고 있는 투수광식에 비하여 신뢰성이 떨어지는 반사(판)식 안전장치의 검정

기준을 보강하고, 보다 신뢰성이 높은 투수광기 분리식(투수광식) 안전장치의 보급이 촉진되도록 제도개선과 분위기를 조성할 필요가 있다. 즉, 반사식 방호장치의 연속차광폭시험을 투광기와 반사판의 중앙(검정기준 제32조(시험방법) 제1항의 단서규정)에서만 행하기 때문에 반사판 인근과 투광기의 인근에서의 연속차광폭은 안전하다고 생각되는 기준치(30mm)보다 커지게 되므로 이를 개선하거나, 상대적으로 신뢰성이 높은 투수광식 방호장치 등 현행기준에 비하여 안전성이 현저히 높은 방호장치를 1등급으로 하고 현행기준 수준을 2등급으로 하는 등 검정된 방호장치에 등급을 두는 제도의 개선방안도 검토할 필요가 있다. 아울러 높은 신뢰성을 가진 방호장치가 가격이 비싸다는 이유로 보급이 어렵다면 기존의 방호장치 보조금에 차등을 두는 방법으로 정부가 지원할 대책도 필요하리라 사료된다.

감사의 글 : 본 연구는 2000년도 한국산업안전공단 산업안전보건연구원의 지원으로 수행한 것으로서 이에 관계자 여러분께 감사드립니다.

참고문헌

1) 한국산업안전공단 산업안전보건연구원(1999), "안전기준 및 대상 기계·기구 등의 적정성 검토".
2) 이근오 외, 최신기계안전공학, 동화기술, pp. 102~114, 1997.
3) 노동부(1993. 8), 위험기계·기구 방호장치기준, 노동부고시 제1993 제41호 제2장.
4) "European standard EN61496-1", CEN/CENELEC: European Committee for Electro-technical Standardization, 1997.
5) 윤상운, "가속화 신뢰도 분석", 자원아카데미, pp. 5~17, 1980.
6) 정성기, "증가하는 스트레스에서의 최적가속수명시험", Journal of the Korean Institute of Industrial Engineering, Vol. 19, No. 2, pp. 15~21, 1993.
7) http://emi.kriss.re.kr/test/iectest.html.
8) Q. Meeker, Wayne Nelson, "Optimum accelerated life-test for the weibull and extreme value distributions", IEEE, Vol. R-24, No. 5, pp. 321~332, 1975.
9) D. S. Bai, M. S. Kim, S. H. Lee, "Optimum simple step-stress accelerated life tests with censoring", IEEE, Vol. 38, No. 5, pp. 528~532, 1989.
10) D. S. Bai, Y. R. Chun, "Optimum simple step-stress accelerated life tests with competing causes of failure", IEEE, Vol. 40, No. 5, pp. 622~627, 1991.
11) Thomas J. Kielpinski, Wayne Nelson "Optimum censored accelerated life test for normal and lognormal life distributions", IEEE, Vol. R-24, No. 5, pp. 310~320, 1975.
12) 김진영, "시장데이타와 실험데이타를 이용한 제품수명예측", pp. 1~10, 1995.