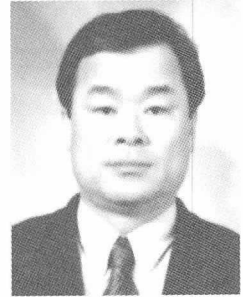


프레스용 감응식 안전장치의 수명 영향 평가



태 순 호
서울산업대학교 안전공학과

1. 서론

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 고유특성에 따르는 위험성이 있고, 그로 인한 재해도 빈번하게 발생되고 있어서 가장 대표적인 위험기계이다. 한국산업안전공단 보고에 의하면 우리나라는 프레스의 설계, 제작 및 완성단계에서 필요한 안전성 검사를 실시함에도 불구하고, 산업용 기계·설비 중 위험 순위 3위를 차지한다. 설문조사 결과, 특히 영세사업장의 경우 프레스의 일반적인 사고원인과 방호대책이 제시되어 있음에도 불구하고, 안전장치 없이 작업하는 경우도 많고, 근로자들의 잘못된 습관으로 인하여 안전장치 사용을 기피하거나 고장이 아닌 경우를 고장으로 오인하는 등 적절한 안전관리를 하지 못하는 것으로 파악되었다.

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 공정

의 특성상 Hand-in-Die type인 경우 그 대처방안으로 반드시 안전장치를 사용하여야 한다. 안전장치에는 여러 종류가 있지만, 가장 많이 사용되고 있는 감응식 안전장치(ESPE, Electro Sensitive Protective Equipment)는 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 실정인어서 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 하여 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 중소기업으로 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, 중소기업은 대한산업안전협회의 대행 안전관리자에 의하여 답변을 얻었다. 두 번째, 현장 기술지도자들의 관점에서 수명에 관련되는 질문을 하였으며, 안전관리 및 기술지도를 담당하는 대한산업안전협회의 안전관리자에 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 사용하는지의 여부를 조사하였으나, 잘 사용하지 않음이 38%로 응답하여 많은 사용자가 기피하는 것으로 나타났다. 또한 사용하지 않는 이유에 대한 설문에서는 사용하는

데 불편하기 때문이라고 응답한 것은 76%로서 전체 3/4이나 되어 이는 방호장치가 구비해야할 일반원칙에서 "작업 방해의 제거"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 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.

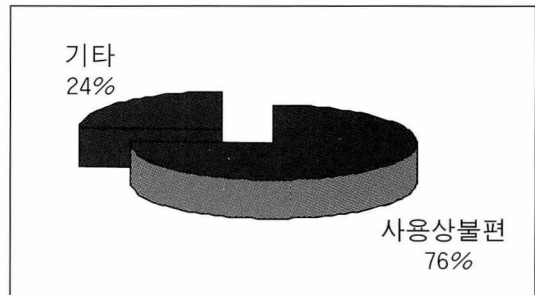
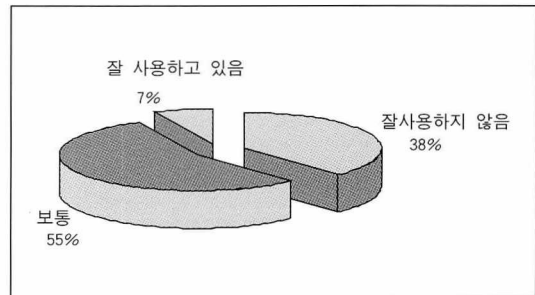
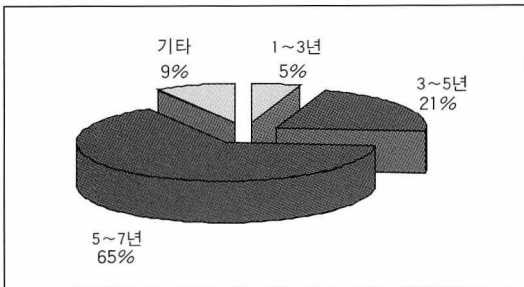


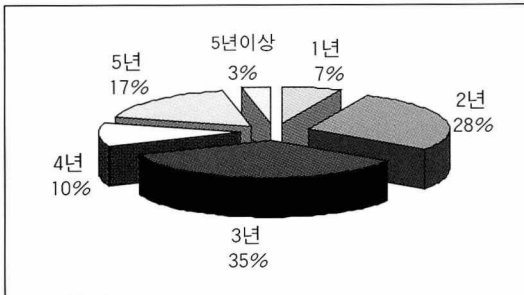
Fig. 1 Present used condition and unused reason of ESPE

2.2.2 ESPE의 사용수명

프레스 안전장치의 사용기간에 대한 응답에서 사용자는, 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.



A. operator



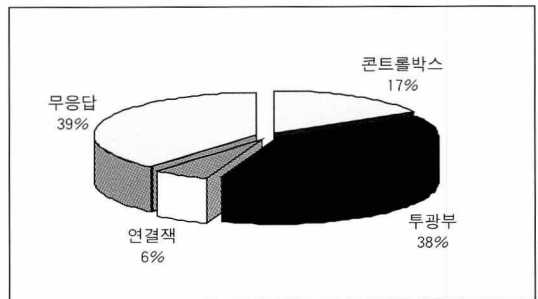
B. director

Fig. 2 Average life cycle of ESPE

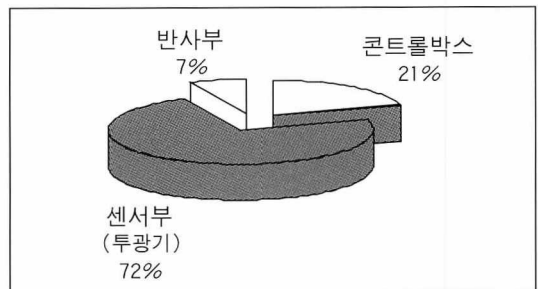
2.2.3 ESPE의 고장부위

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 고장부

위에 대하여 좀더 정확히 알기 위하여 생산업체의 A/S 담당자를 면담한 결과 투광부 내부의 납땀이 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 유지할 수 있을 것으로 본다.



A. operator



B. director

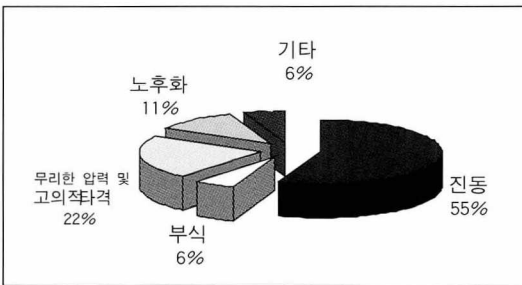
Fig. 3 Failure parts of ESPE

2.2.4 ESPE의 고장발생 원인

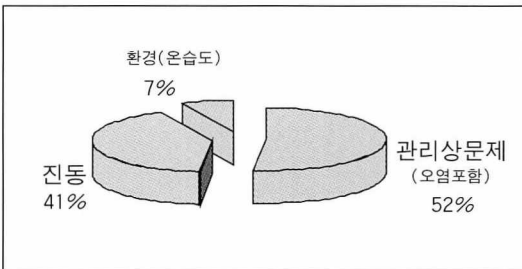
안전장치의 고장원인을 조사한 결과, 사용자의

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 사용자에게 대한 철저한 교육이 필요함을 알 수 있다.



A. operator




B. director

Fig. 4 Failure factors of ESPE

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.

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. 본 연구에서는 근로자가 작업할 수 없는 저온실험은 실시하지 않았다. 실험방법은 가열기 안에 투·수광기를 설치하고 가열기 내부에 회전 모터에 방출신호 차단장치를 설치하여 주기적(5rpm/min)으로 방출신호를 차단할 수 있도록 하였다. 투광기가 방사하는 신호를 주기적으로 차단함으로써 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 온도장치를 병용하여 사용하였다. 실험 전에 시험편의 정상작동 여부를 확인한 후 실시하였다. 

<다음호에 계속>