

KOSHA GUIDE

M - 18 - 2012

동력 프레스의 소음제어에 관한
기술지침

2012. 6.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 한성대학교 최 기 홍 교수
- 개정자 : 안전연구실
- 제 · 개정경과
 - 2009년 11월 기계안전분야 기준제정위원회 심의
 - 2012년 4월 기계안전분야 기준제정위원회 심의(개정)
- 관련규격 및 자료
 - HSE EIS-29 : Control of noise at power presses
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제103조 (프레스 등의 위험방지)
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 제4장 (소음 및 진동에 의한 건강장해의 예방)
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈 페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2012년 6 월 20 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

동력 프레스의 소음 제어에 관한 기술지침

1. 목 적

이 지침은 동력 프레스의 소음 제어 등에 관한 기술적 사항을 정하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 동력 프레스에서 발생하는 소음 제어 시에 적용한다.

3. 정 의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “위험요인(Hazard)”이란 인적·물적손실 및 환경피해를 일으키는 요인(요소) 또는 이들 요인(요소)이 혼재된 잠재적 유해·위험요인으로 실제 사고(손실)로 전환되기 위해서는 자극이 필요하며 이러한 자극으로는 기계적 고장, 시스템의 상태, 작업자의 실수 등 물리·화학적, 생물학적, 심리적, 행동적 원인이 있음을 말한다.

(나) “가드(Guard)”란 기계의 일부로서 방호기능을 수행하는 물리적 방벽으로서 구조에 따라 케이싱, 덮개, 스크린, 문, 울타리(방호울)등으로 지칭되는 것을 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 「산업안전보건기준에 관한 규칙」 및 고용노동부 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 위험요인

- (1) 대부분의 프레스 사용자들은 프레스 작업장 내 소음을 줄이기 위한 조치를 시행하기 전에 전문가의 자문을 필요로 하며, 통상적으로 프레스 공급업체, 관련협회 또는 소음 컨설턴트로부터 자문을 구하고 있다. 하지만 소음 관리자를 위한 지침은 마련되어 있지 않은 경우가 대부분으로 이 지침을 참고하여 사업장 특성을 고려하여 기준을 제정하여야 한다.
- (2) 동력 프레스는 구조상 소음을 발생시킬 수밖에 없으며, 작업장에서 여러 대가 동시에 사용될 경우 소음이 누적되어서 해당 작업자는 물론 주변 근로자에게도 노출되게 된다. 현재 프레스 작업장의 통상적인 소음 수준은 95-115dB(A)이다.
- (3) 소음성 난청의 발생 위험이 잘 알려져 있음에도 대부분의 프레스 사용자는 소음원에서 소음을 줄이기 위한 합당한 조치를 취하지 않고 있으며, 작업자에게 청력 보호구를 제공하는 것으로 그 역할을 대신하고 있는 실정이다.

5. 소음 제어

5.1 일반사항

- (1) 영국과 같은 선진국의 소음규정은 일일 개인별 소음 노출치가 85dB(A)를 넘어서면 소음 평가를 실시하여, 가능한 곳에 소음 감소 조치를 취해야 한다.
- (2) 귀마개는 소음원의 소음을 제어하기 어려울 경우 최후의 수단으로, 아니면 제어 조치가 실행될 때까지 한시적으로만 이용해야 한다.
- (3) 소음 평가를 실시할 때에는 단순히 소음 측정에만 그쳐서는 안 되며, 소음 규정을 충족하기 위해 어떤 조치가 취해져야 하는지에 대한 명확한 권고 사항도 제공되어야 한다.
- (4) 특히 소음원의 소음을 제어하기 위한 방법과 어디서 필요한 지원을 얻을

수 있는지를 명시하거나 관련 자료를 제공해야 한다.

- (5) 프레스 작업장의 경우처럼 소음의 원천이 다양한 경우는 평가가 소음발생 우선순위에 따라 진행되어야 한다.
- (6) 관리자는 파악된 문제점을 해결하기 위해 평가 결과에 기초한 실행 계획을 수립해야 한다.
- (7) 실행 계획은 충분히 현실가능성이 있게 작성되어야 하며, 단기 조치사항과 장기 조치사항을 포함해야 한다.
- (8) 중요한 것은 이미 파악한 문제점들을 어떻게 해결할 것인가에 대한 현실적이고 효과적인 계획을 수립하여 실행하는 것이며, 조치가 완료될 때까지 근로자에게 청력 보호구를 지급하여 사용토록 해야 한다.
- (9) 하나의 제어 조치를 사용하여 소음을 완전히 제어하는 것은 거의 불가능하다. 전체 소음은 여러 소음원에서 발생한 소음들이 누적된 결과이기 때문이다.
- (10) 여러 개별 조치들의 누적된 효과를 통해서만 소음을 만족할 만한 수준으로 줄일 수 있다. 따라서 하나의 소음 조치 효과가 미미하다고 과소평가하지 말아야 한다.
- (11) 단위는 데시벨(dB) 스케일의 로그(Log)를 사용하기 때문에 3dB(A)만 줄어도 소음 에너지가 반 가까이 줄어든다는 사실을 간과해서는 안 된다.

5.2 신형 프레스

- (1) 영국의 소음규정을 예를 들면, 소음 발생 수치가 85dB(A) 이하가 아닌 한 공급업체들이 동력 프레스에 대한 소음 측정 데이터를 제공하도록 요구하고 있다.
- (2) 또 다른 영국의 관련규정에 따르면 작업장의 가중(A-weighted) 소음이 70dB(A)를 넘어설 경우 소음 배출 데이터를 제공하도록 요구하고 있다.

- (3) 또한 이 규정은 근원적인 소음발생원의 소음을 줄이고, 공기 중으로 노출되는 소음을 최소 수준으로 줄이는 방식으로 기기를 설계·제작하도록 요구하고 있다.
- (4) 신형 프레스의 구매를 고려하는 사용자들은 판매되는 신형 동력 프레스에 적절한 데이터 및 소음 감소 조치가 포함되는지를 확인하는 것이 바람직하다.
- (5) 표준 테스트 조건이 실제 사용 조건과는 매우 다르고, 또 실제 사용 조건도 경우에 따라 상당히 다양하기 때문에 소음 발생 데이터를 해석하는데 신중을 기해야 한다.

5.3 소음 발생 요인

대부분의 프레스 작업장에서는 공압장치를 사용하고 있으나 이는 소음원 역할을 하고 있으며, 프레스는 공구와 공작물이 부딪치면서 가공되기 때문에 소음이 더 많이 발생할 수밖에 없다.

- (1) 공압 : 많은 프레스에서 공구로부터 부품을 탈착하는 과정 등 공정시스템을 제어하기 위해 압축공기를 사용하지만 이 때문에 소음이 발생한다.
- (2) 기계 : 공구와 공작물이 가공되는 과정에서 발생하는 소음, 클러치/기어/플라이 휠 구동과정에서 발생하는 소음, 배출구/수거함 등에 공작물이 충돌하면서 발생하는 소음 등이 있다.

5.4 제어 조치

소음원에서 발생하는 소음을 줄이기 위해 다음과 같은 기술적 조치가 취해질 수 있다.

- (1) 공압 배출 : 공압 배출은 작업 위치에 덕트를 설치하거나 소음기(Silencer)를 장착한다. 이 경우 과도한 배압(Back pressure)이 작업 사이클 타임, 또

는 제어 시스템 특히 프레스 가드 관련 시스템에 악영향을 미치지 않도록 해야 한다.

(2) 가공물 배출 노즐 : 배출 공기 제트의 소음은 다음 중 하나 아니면 여러 개를 결합하여 실행함으로써 감소될 수 있다.

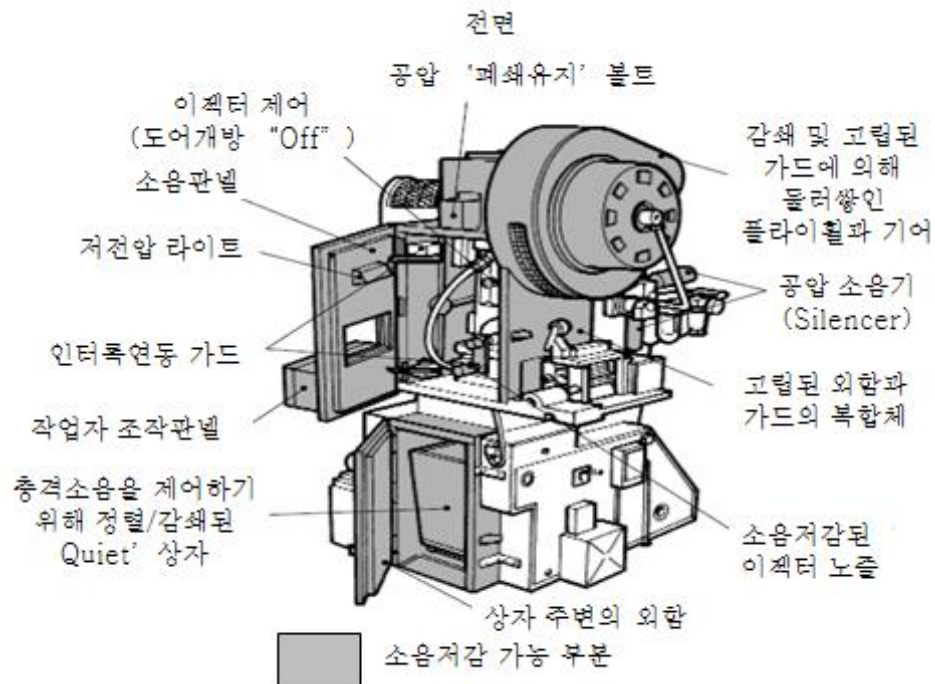
- (가) 연속적인 제트(Jet)를 간헐적인 공급으로 전환
- (나) 방음노즐 설치
- (다) 제트의 지속 시간 하향조정
- (라) 공기 압력 하향조정

(3) 압축 공기 사용으로 인한 소음을 줄인 사례는 다음과 같다

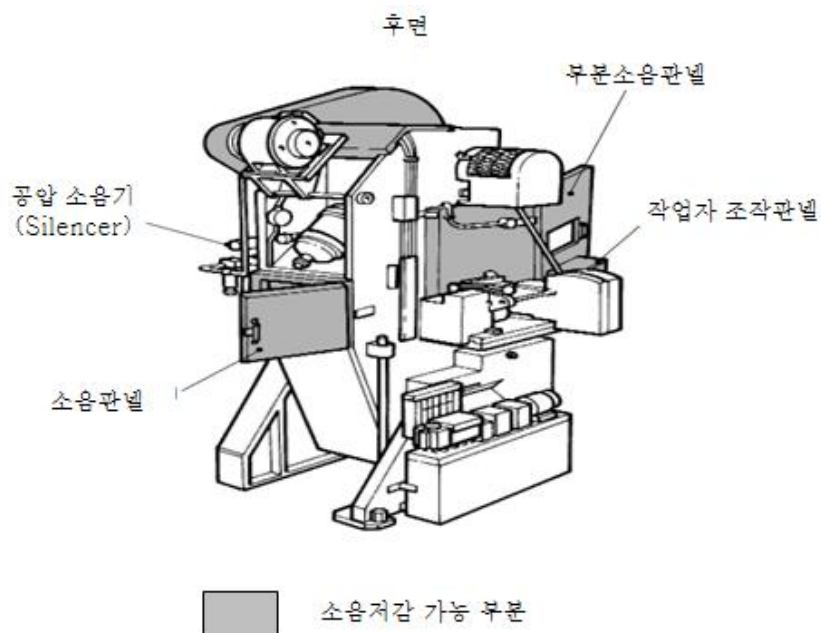
(가) 공기 압력을 551 Kpa 에서 138 KPa로 줄임으로써 소음이 97 dB(A)에서 90 dB(A)로 감소되었다.

(나) 연속적인 제트(Jet)를 간헐적인 공급으로 전환과 방음노즐 설치 등의 2개가지를 병행하여 소음이 99 dB(A)에서 93dB(A)로 감소되었다.

(3) 통상적인 프레스 소음원 및 가드와 연동된 소음저감 대책은 <그림 1>과 <그림 2>와 같다



<그림 1> 통상적인 프레스 소음원과 가드와 연동된 소음저감 대책 (전면)



<그림 2> 통상적인 프레스 소음원과 가드와 연동된 소음저감 대책 (후면)

5.5 기계 설계 및 적용사례

- (1) 평가를 통해 어떤 부분에서 소음이 발생되는지를 파악하고 프레스 공급업체와의 논의를 통해 필요한 개선 조치를 실시하여야 한다.
- (2) 다단계 트랜스퍼 프레스를 사용하는 한 사례에서, 캠 시스템을 재설계하고 메인 구동 트레인의 직선 스퍼 기어(Straight spur gear)를 헬리컬 기어(Helical toothed gear)로 교체하였더니 소음이 약 10 dB(A) 정도 줄고 프레스의 생산량이 개선되었다.
- (3) 동력 프레스의 플라이휠은 클러치 작동 및 공구의 영향으로 인한 진동으로 발생하는 소음을 배출한다. 진동 패턴 및 모드를 분석함으로써 동흡진기(Dynamic absorber)가 플라이휠에 부착되는 방식으로 설계할 수 있으며 전체 소음을 10dB(A)을 감소시킨 사례가 있다.
- (4) 종에 손가락을 대면 종의 울림이 완화되는 것과 같이, 패드(Felt padding)가 달린 금속판을 플라이 휠 밖에 부착시키면 비슷한 효과를 거둘 수 있으며, 플라이 휠 및 기어 주변에 방음 커버를 장착하면 소음을 더욱 줄일 수 있다. 이 방식을 적용하여 9 dB(A)을 감소시킨 사례가 있다.
- (5) 프레스 프레임으로부터 지지대(Supporting leg)로 이르는 기계적 진동의 전달로 인해 지지대로부터 바닥으로 소음이 퍼질 수 있다. 프레스 베이스와 바닥사이에 적절한 방진 마운트(Anti-vibration mount)를 설치하면 이 문제를 줄일 수 있을 것이다.

5.6 공구 설계 및 적용사례

- (1) 블랭킹 공구에 곡선 또는 사선 절단(Skew cut) 또는 전단을 포함시킴으로써 (동력 프레스의 작업범위를 확대시키기 위해 채택하는 기법) 소음을 줄일 수 있다
- (2) 변형된 공구를 사용하여 2 mm 두께의 알루미늄 판에 지름 40.64 Cm의 블랭킹 작업을 한 결과 소음이 8-10 dB(A) 감소시킨 사례가 있다.

5.7 프레스 방음함 설치 (Press enclosure)

- (1) 수동, 자동 프레스에 소음이 주로 발생하는 곳에 부분 방음함을 다수 설치하거나, 기존 가드를 변형시켜 부분적인 방음함의 역할을 하도록 하는 것도 소음감소에 상당히 도움이 된다. 또한 프레스 전체, 또는 프레스라인 전체에 걸쳐 방음함을 제공하는 것도 고려할 수 있다
 - (가) 각각 3개의 프레스를 갖춘 4개의 라인에 진입 도어, 비주얼 검사 패널, 내부 조명 및 통합적 환기 장치를 갖춘 방음함을 설치함으로써 소음을 95~108 dB(A)에서 70~80 dB(A)로 낮추었다 (각 지점별로 다름).
 - (나) 다단계 고속 트랜스퍼 프레스의 기존 가드함(Guard enclosure)에 방음처리를 함으로써 소음을 프레스 당 최고 11 dB(A)까지 줄일 수 있었다.
 - (다) 30톤 규모의 동력 프레스의 연속 스트립으로부터의 블랭킹 소음을 줄이기 위해 툴 주변에 방음함 설치한 결과, 소음 수준을 105 dB(A)에서 84 dB(A)로 줄일 수 있었다.
- (2) 가드 판넬을 앞뒤로 소음 흡수 발포제(Foam)를 부착한 납판재(Lead sheet)로 덮개를 씌우고 필요한 지점에 폴리카보네이트(Polycarbonate) 윈도우를 내줌으로써, 기존 가드를 부분적인 방음함의 역할을 하도록 변형시킬 수 있다.
- (3) 방음 판넬은 플라스틱밴드 고정 스트립(Plastic band fixing strip)을 사용하여 모든 벌어진 틈을 완전히 밀폐시키면서 쉽게 설치할 수 있다.
- (4) 유연한 PVC 자재의 스트립(Suspending strip)으로 만든 방음함을 개별 프레스 주변에 설치하여 소음을 줄일 수 있으며 소음을 10 dB(A), 또는 12~16 dB(A)를 줄일 사례가 있다.

5.8 흡수 패널설치 및 적용사례

- (1) 많은 프레스 작업장에서 작업자에 노출된 소음의 대부분은 가장 근접한 프레스로부터 직접적으로 나오는 것이지만, 벽이나 천장에 반사된 소음이 전체 소음에 차지하는 비중도 무시할 수 없으며, 어떤 경우에는 큰 비중을 차지하기도 한다.

(2) 천정에 달리거나 벽 라이닝에 설치된 또는 이동식 스크린 방식으로 제공된 소음 흡수 패널이 소음 노출을 줄일 수 있다 적용사례는 다음과 같다

(가) 프레스 작업장 천장에 1400개의 흡수기를 설치함으로써 전체 소음을 4 dB(A) 줄일 수 있었다

(나) 또 다른 사례의 경우, 비슷한 조치를 실시하여 5~6 dB(A) 줄이는 효과를 가져왔다.

(3) 이 제어 조치의 경우 비용이 높기 때문에, 해당 구역별로 조치의 적절성 여부(즉, 비용 대비 효과) 및 정확한 설치에 대해 충분히 검토해야 한다.

5.9 배출구 및 수거함

(1) 프레스 부품은 흔히 금속 슈트를 통해서 자동적으로 또는 수작업으로 금속 함에 넘겨진다. 이 과정에서 금속이 서로 부딪혀서 발생하는 소음이 상당하다.

(2) 수거함 및 슈트에 고무나 PVC 같이 강도가 적절히 높으면서도 탄력적인 자재로 테두리를 두르는 것이 좋을 것이다.

(3) 아래 또는 바깥에는 소음을 흡수하는 컴파운드로 코팅할 수 있다.

(4) 또는 수거함 주변에 방음함을 설치하여 5~10 및 15 dB(A) 줄인 사례도 있다.

5.10 프레스 유지보수 및 적용사례

(1) 프레스를 적절히 유지, 보수 한다면 더 좋은 성능을 유지하고, 많은 경우 소음을 적게 발생시킬 수 있을 것이다

(2) 알루미늄판을 피어싱하는 20 톤 프레스의 경우, 새로운 베어링 쉘(Bearing shell)을 장착하고, 슬라이드 베어링 및 오일윤활(Oil flood lubrication)을 적

절히 조정한 후 작업자 위치에서 소음이 7~16 dB(A)(판의 두께 및 톨의 상태에 따라 달라짐) 줄어들었다.

- (3) 또한 이런 조정 작업으로 프레스의 생산량이 60 %선에서 원래 설계된 생산량으로 회복된 사례가 있다