

작업장 소음감소

1. 서언

본고는 작업시 소음의 관리에 관한 개략적인 조언을 제공한다. 소음관리에 관한 모든 해답이 본고에 기술된 것은 아니며, 소음 관리 방법의 실질적인 예를 위하여는 영국 안전보건성에서 출판한 다양한 산업으로부터의 Case Study 자료인 “Sound Solutions”을 참조하기 바란다.

소음의 노출을 관리하는 방법에는 여러 가지가 있는데 그 예를 들면 다음과 같다.

- ① 작업장의 소음 배출이 작아지도록 설계
- ② 기존의 공정 또는 기계를 더 조용한 것으로 대체 또는 교환
- ③ 기존의 소음이 심한 기계류의 엔지니어링 관리
- ④ 소음 전달 통로의 개조
- ⑤ 작업 방법의 변경

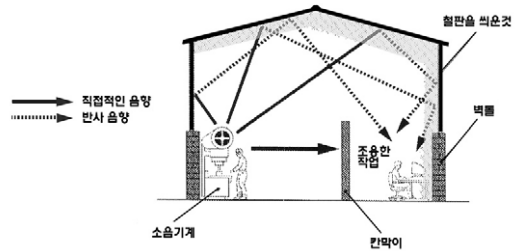
2. 작업장의 소음 배출이 작아지도록 설계

새로운 작업장(즉, 신규로 설치되는 작업장)을 고려할 때 소음 배출 및 소음 노출은 그 건물에 대한 설계, 배치 및 건축재료의 신중한 선택에 의해 감소될 수가 있다. 예를 들면 건물내에서 흡수성 재료를 적절히 사용함으로써 반사된 음향 효과를 감소 또는 제한할 수 있게 된다.(그림1) 및 (그림2) 참조)

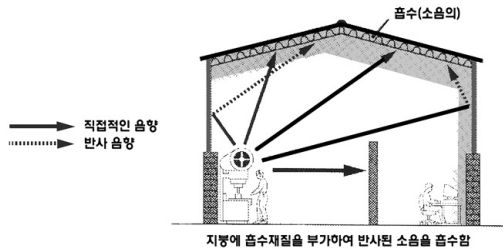
주의 깊은 계획에 의해 소음발생 기계류를 조용히 작업이 진행되는 다른 지역과 분리시킬 수 있으며(그림3 참조) 해당 작업장이 가동된 이후 소음 관리의 필요성을 감소시키게 된다.

저소음 작업장의 설계에 관한 모든 사항을 다루는 국제표준적인 지침서가 나와 있다.

주1) ISO 11690 Acoustics - 기계류가 들어 있는 저소음 작업장의 설계에 관해 권장하는 설치 방안 (Part 1~Part3)



[그림 1] 작업장에서 발견되는 소음의 통로, 조용한 작업장이 그 건물내 다른 곳의 기계로부터의 반사 소음에 노출되게 된다.



[그림 2] 지붕 흡수재질의 바른 사용으로 반사 소음이 조용한 지역에 도달하는 것을 감소시키게 된다.



[그림 3] 소음성 작업의 분리는 전작업장에 유익을 준다.

3. 소음이 적은 공정 또는 기계로 교체

기술의 변경으로 기계 또는 공정이 작업자의 소음으로의 노출을 낮추게 하도록 변경시킬 수 있다. 때때로 작업 방법을 다르게 함으로써 소음 작업의 필요성을 피할 수도 있다.

일부분의 변경에 의해 품질관리, 설계 및 제조절차의 향상을 가져올 수 있으며, 동시에 시끄러운 조립작업과 결점을 교정할 필요성을 느끼고 소음도 감소시킬 수 있다.

소음이 더 적은 공정, 기계 및 활동의 예는 다음과 같다.

① 공정 변경

- ① 재래의 소음성 햄머에 의해 체결되는 고온리벳 대신 Break-System 리벳의 사용
- ② 대규모 조립시 리벳에 의한 제작 대신 용접방법의 사용

② 기계의 변경

- ① 햄머에 의해 쳐 넣는 대신 베어링을 주조 내부에 유압으로 밀어넣음.
- ② 반복적으로 생산되는 경우 수동식 회전선반을 컴퓨터로 관리되는 자동기계로 대체

③ 행동의 변경

- ① 철판을 더욱 밀착하여 절단함으로써 압축공기로 구동

되는 끝을 사용하여 과잉부분을 제거하는 등 소음이 심한 공정의 제거가능

- ② 소음성 압축공기 구동의 공구를 유압식 공구로 대체

4. 기계의 선택

실용적인 구매정책을 통해 저소음기계를 구입함으로써 소음관리의 일환으로 값비싼 개조작업을 피할 수 있게 된다.

가. 저소음 기계

기계를 소음이 적게 배출되도록 설계할 수 있다.

- ① 송풍기, 송풍기 케이싱 및 압축기의 개선된 설계와 이들에 의해 공급될 시스템에 정확하게 조화되도록 해줌.
- ② 기계의 구조부분의 강성올에 주의를 기울임으로써 진동을 감소시키고 그에 따라 소음 발생을 감소시킴.

나. 구매정책

작업장의 소음을 감소시키기 위해 취할 수 있는 여러 방법 중 가장 비용 효율이 높고 장기적 방안은 소음이 적은 기계류를 선택하기 위한 구매정책을 도입하는 것이다. 명문화된 소음감소 구매정책에는 다음과 같은 사항이 포함된다.

① 기계 사양서를 작성한다. 공급자가 “기계류의(안전)공급에 관한 규정, 1992 및 1994년 개정 규정”의 요구사항을 만족시키도록 주의를 환기시켜준다.

② 각 사업장에 적합한 “소음규제치”를 도입한다. 즉, 주어진 환경과 계획된 기계 사용을 감안하여 들어서게 될 공장과 장비로부터 사업장에서 허용할 수 있는 실질적인 소음배출하한치를 도입한다.

③ 모든 입찰자 또는 공급자가 그들의 기계나 설비가 “소음 규제치” 사양을 만족시킬 수 있는지 여부에 관해 진술하도록 요구한다.

④ 소음성 기계류의 구입이 필요한 경우 개선이 요구되는 부분에 관한 정보와 함께 장래 기계사양서 작성에 도움을 줄 수 있도록 그러한 결정을 내리게 된 사유에 관해 기록한다.

⑤ 공급자의 결과에 대한 발표에 있어서 사전에 조율한 서류양식을 사용하도록 한다.

⑥ 구입하려는 기계류의 요구사항 및 소음 배출수준에 관해 안전관리자 또는 근로자 대표와 상의한다.

⑦ 작업장에서 소음 배출 수준을 감소시키기 위해 장기적인 정책을 도입한다.

5. 엔지니어링 관리

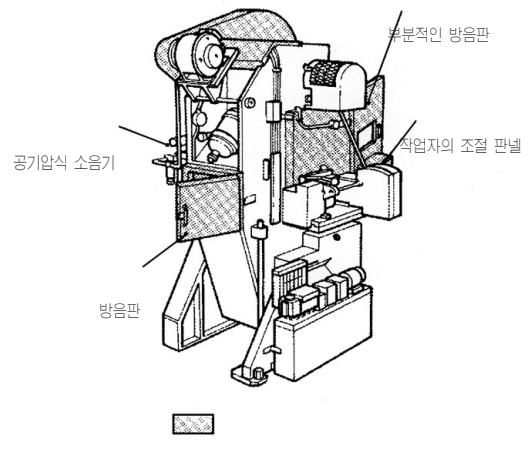
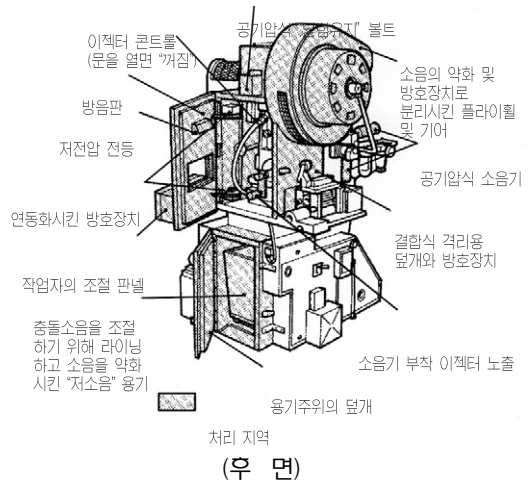
작업장의 소음은 여러개의 소음원이 있는 개개의 기계에 있어 하나 또는 그 이상의 기계로부터 발생된다. 예를 들면 프레스에 있어 다음과 같은 소음원이 발견될 수 있다.

- ① 프레스 공구로부터의 소음
- ② 부품의 공기 방출
- ③ 클러치의 끼익하는 소리
- ④ 부품의 배출

또한 덤트 추출 시스템과 같은 설비는 작업장에서의 전체적인 소음 노출에 상당한 기여를 할 수 있다. 전체의 소음 지역에 있어 모든 소음원으로부터의 기여도를 규정하고 어느 것이 가장 기여도가 높은 것인지를 정하는 것이 유용하다. [그림 4는 하나의 대표적인 기계에 대해 조치해야 할 여러개의 소음원을 어떻게 가질 수 있는지를 나타내고 있다.

소음 발생을 억제하는 방법에 관해 알아보기로 한다.

(전 면)



[그림 4] 프레스에 있어서 대표적 소음원 및 안전방호 장치와 결합시킨 일련의 처리영태

가. 충돌을 피함

충돌을 피하게 하거나 충돌을 흡수하도록 배열한다.

① 금속과 금속간의 충돌을 피하기 위하여 완충기를 부착하고 슈트 표면을 고무 또는 플라스틱으로 코팅한다.

② 충돌 소음을 감소시키기 위하여 프레스 가공을 위해 펀치할 때 모서리 절단을 점진적으로 수행해 나가도록 한다.

③ 운반되는 부품들이 서로 충돌하지 않도록 설계된

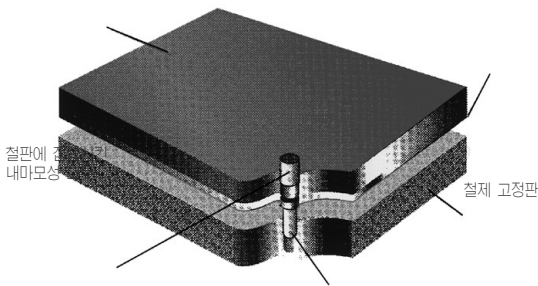
컨베이어 시스템을 사용한다.

④ 부품의 “낙하높이”를 제한하거나 감소시킨다.프레스에 의해 제조된 부품이 방출된 후 수집용기에 떨어뜨리게 되면 높은소음 생성 원인이 될 수 있다.충돌력을 약화시켜줌으로써 소음수준을 감소시킬 수 있다.

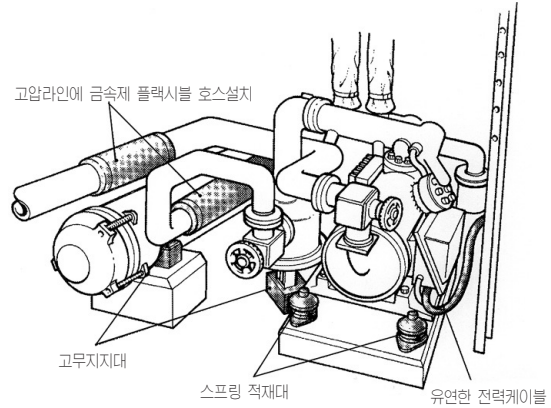
나.소음의 약화

소음의 약화는 유도된 진동과 기계부품의 소음발생 경향을 감소시키기 위해 물체를 부가하는 것을 의미한다. 소음약화방법의 예는 다음과 같다.

- ① 금속 표면에 코팅을 하거나 두개의 금속판을 접착하는소음억제층기술등과같은 처리를한다.
- ② 기계 덮개의 제작에 있어서 소음약화 능력이 높은 철제 재료등을 사용한다.
- ③ 마찰에 의한 소음 약화능력을 증가시키기 위하여 소음약화판을 볼트로 체결하거나 용접하여 덧붙인다.
- ④ 큰 구조물을 생산하기 위하여 각각의 철판을 용접 대신 볼트로 연결한다.
- ⑤ 금속판의 조립작업 또는 기계가공시 끼익거리는 소리가 나는 부품에 대해 임시적인 소음약화 설비를 적용한다.



[그림 5] 쉘아상의 표면을 내구성 고무 라이닝을 얹은 볼트 통을 떨어뜨릴 때의 충돌 소음이 감소된다.
시멘트 고정볼트



[그림 6] 기계하부 및 배출 파이프상에 격리장치를 한 압축기

다.격리

격리란 기계를 그 주위로부터 분리시키는 것을 의미한다.고무 또는 스프링으로 된 신축성 격리수단이 기계의 골격을 통한 구조적으로 생성되는 음향의 유포를 감소시키는데 사용될 수 있다.

- ① 기어 소음의 전달을 감소시키기 위해 베어링을 기어박스케이스로부터 격리시킨다.
- ② 기계를 정확한 진동방지 적재대 위에 올려 놓고 제대로 처리하지 않으면 소음으로 방사될 수 있으므로 작업장구조물로 전달되는 진동을 감소시키도록 한다.
- ③ 유압식 동력전달 파이프로부터 땅고르는 기계의 기관실 바닥으로의 소리 전달을 감소시키기 위해 진동방지 적재대를 설치한다.

기계 하부의 진동방지 적재대는 기계가 가까이에서 나는 소음을 감소시키는데 있어서 그 기계가 세워져 있는바닥면이 중2층(Mezzanine Floor)과 같이 신축성을 가지고 있지 않는 한 매우 효과적이지는 않지만 부근의 지역향 및 작업장에 장애가 되는 구조적으로 발생하는 소음을 감소시키는데에는 효과적이다.

라.사이렌서

사이렌서는 기계로부터 배출되는 이동성 공기 또는 가스 흐름의 입구나 배출구(또는 양쪽 모두)에 부착해 놓게 된다.

(1) 파이프 및 닥트

머플러 또는 사이렌서는 파이프 및 닥트에 따라 전달되는 소음을 감소시킬 수 있다.

- ① 내연기관에 있어서 배기관 및 흡기관 사이렌서
- ② 배출가스 배기팬의 소음을 관리하기 위한 닥트 사이렌서

(2) 공기 배기관 및 제트기류

사이렌서는 배기관 및 제트기류에서의 난류에 의해 생성되는 소음을 감소시킬 수 있다.

- ① 공기압력 실린더의 배기관에 사용되는 다공질 사이렌서(그림 7 참조)
- ② 쇼트블라스터에 대한 공기 공급용 사이렌서
- ③ 양호한 공기역학적 원리에 의해 제조된 공기압력 이젝터와 세정요건에 대하여 저소음 공기노출(그림 8 참조)의 사용

장치로 공급되는 압축공기의 양과 압력이 요구되는 힘과 잘 일치되도록 해야 한다. 이것은 각 장비마다 별도의 감압밸브를 설치함으로써 가능해질 수 있게 된다. 공기 공급이 신뢰할만한 운전과 소음사이의 최적 조건을 줄일

수 있도록 개별적으로 조정될 수 있다. 이것은 또한 압축공기의 공급비용을 감소시켜 주는 부가적 이익도 있게 된다.

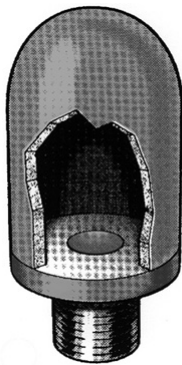
마. 난류 공기에 의한 소음

팬의 블레이드 또는 목재 가공용 절단기와 같이 회전하는 어떤 부분이 기계의 고정부 근처를 통과할 때 초래되는 충격성 난류가 소음을 생성한다. 만일 회전부와 고정부의 거리가 증가하면 소음 수준은 감소될 것이다. 고정부와 회전부의 거리 증가는 그 기계의 안전한 운전에 요구되는 거리에 의해 제한을 받게 된다. 또한 만일 절단기가 나선형 날개에 부착되면 보통의 칼날에 의한 급작스런 충격 대신 고정 테이블 바로 다음에 곡선형 절단면으로 부드럽게 이전하게 되므로 소음을 현저히 감소시키게 된다.

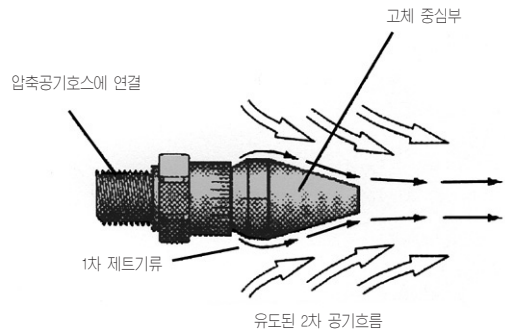
6. 능동적 소음 관리

능동적 소음 관리는 전자적으로 조절되는 소음 감소 방법이며, 하나의 음향에 똑같은 크기이지만 위상이 반대인 두번째 음향을 도입시킴에 의해 감소 또는 상쇄시키는 것을 의미한다.(그림 9 참조)

두번째 음향은 마이크 신호처리 시스템과 확성기의 도움에 의해 원래 소리로부터 전자적으로 유도된다. 이들

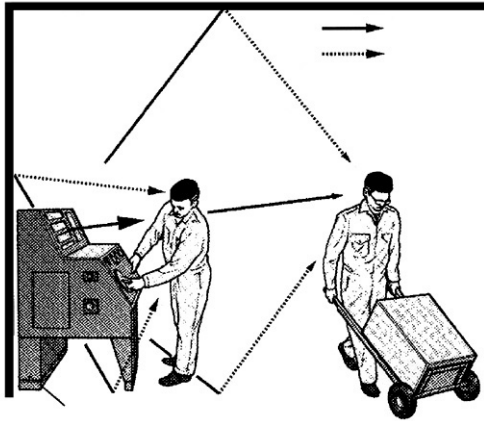


[그림 7] 압축공기 배기관에 사용되는 다공질 사이렌서



[그림 8] 유도식 흐름의 노즐

시킨다. 음향 반사 표면이 소음원에 가까울 경우 흡수재료의 처리가 더 효과적이 될 수 있는데 만일 기계가 한쪽 벽에 세워져 있다면 흡수재료를 기계 뒤쪽 벽에 적용하는 것이 효과적이다.



[그림 11] 공중으로 수송되는 소음의 작업장 도달 경로

또한, 흡수재료는 작업자가 한쪽 벽을 마주하고 있는 경우 작업자의 가까이 있는 방향의 표면 처리시 유용할 수 있다. 음향 흡수재료가 음향압력 크기를 현저하게 감소시키지 못한다 할지라도 그것은 때로는 저주파음보다 고주파음을 감소시킴으로써 기계에서 직접 방출되는 소리보다 더 불쾌한 반사음을 억제하여 심리적 이득을 줄 수 있다.

㉑ 벽 또는 칸막이

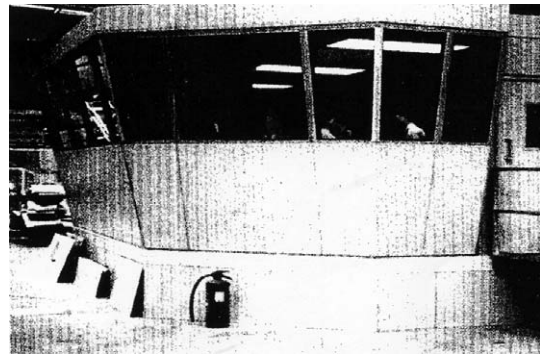
직접 방출되는 소리(반사된 소리에 대하여는 덜하지만)가 수신인에게 도달되지 않게 하기 위해 소음원과 수신인 사이에 벽 또는 칸막이를 설치할 수 있다. 이와 같은 장벽 또는 칸막이는 소음의 통로를 차단하기 위하여 벽돌 또는 철판 등의 구멍이 없는 재료로 축조되어야 한다. 칸막이는 그것이 설치된 지역에 반사음이 없거나 매우 적을 때 최대 성능을 나타낼 수가 있다.

소음원을 향하는 쪽에 음향 흡수 재료로 된 장벽 또는 칸막이를 설치하는 것은 소음원을 포함하는 지역으로 반

사되어 오는 소리를 감소시키는 부수적인 이득이 있게 된다. 이미 음향 흡수 재료로 처리되어 있는 작업장은 칸막이 또는 장벽이 최대의 잠재적 성능을 나타내도록 하는 방음조건을 만드는데 도움을 주게 될 것이다.

다. 소음 대피소

근로자의 작업장 그 자체를 소음 대피소 또는 작업실 화하기 위해 밀폐구조로 할 수 있으며, 이는 실내의 배기 및 좌석배치가 적절히 되어 있는 방음설계로 된 밀폐구조가 된다. 만일 작업기의 콘트롤이 작업실내에서 이루어지게 되면, 소음지역에 들어갈 필요성을 감소시킬 수 있게 된다. 비록 작업자들이



[그림 12] 종업원을 위한 소음 대피소

소음 대피소 밖에서는 청각보호구를 착용할 필요가 있다 할지라도 보호구를 계속해서 착용할 필요성을 완화하는데 도움이 될 수 있다.

라. 거리

사람과 소음원과의 거리를 증가시키면 수신자에 대해 현저한 소음 감소를 줄 수 있다. 이러한 목적을 달성하기 위한 몇 가지 방안은 다음과 같다.

(1) 배기장치의 방출구를 작업자로부터 멀리 떨어지게 한다. 예를 들면, 압축공기에 의해 작동되는 장비는 종종 배기용 플렉시블 호스에 의해 운전자로부터 수미터 떨어진 곳으로 방출하도록 부착될 수 있다. 이와 유사하게 내

연기관에 의해 작동되는 이동성 기계에 있어 배기부를 구동부위에서 상당한 거리에 위치하도록 할 수 있다.

② 작업자가 기계 가까이에서 장시간 체류할 필요성을 피하기 위하여 원격조절기 또는 자동화설비를 사용한다.

③ 높은 수준의 소음에 노출되는 작업자를 제한하기 위하여 소음공정을 분리한다. 예를 들면 이따금씩 들어갈 필요가 있는 시험실에서 엔진의 시험을 수행한다.

조용한 검사 업무는 소음이 높은 제조지역과 떨어진 곳에서 이루어지도록 배치하며 무인으로 운전되는 공기 압축기나 냉동공장 등은 별도의 방에 위치시킨다.

9. 노출시간의 감소

가. 업무설계

소음성 장치는 이들이 실제로 필요할 때만 사용되어야 한다. 예를 들면, 프레스에 있어서는 공기압식 배출기는 제품을 배출시키기 위한 짧은 시간동안만 가동시킬 필요가 있다. 공기의 공급은 제품을 제거할 필요가 있을 때에만 순간적으로 공급되도록 해야 한다.


나. 업무의 순환근무

모든 근로자가 모든 기계를 운전할 수 있도록 교육·훈련을 받은 작업장에 있어서 근무 일과시간 중 단시간 동안 소음성 기계와 조용한 기계사이에 순환 근무하게 함으로써 모든 근로자의 전반적인 소음 노출은 감소하게 된다. 이것으로 작업자가 높은 소음수준에 하루종일 노출되는 것을 방지할 수 있게 된다.

10. 소음관리를 위한 정보와 교육

소음 관리 기술의 응용은 노력, 시간 및 돈을 잘못된 방향으로 쏟아부어 할 가능성을 지니고 있어 종종 어려운 과업일 수 있다. 그러므로 소음관리는 가용한 기술을 이해하고 이러한 기술이 가져올 수 있는 이득을 평가하기 위한 지식과 기능을 가진 사람에 의해 설계되어야 한다. 만일 기술자들이 추가적인 교육이 필요한 경우 몇몇 기술 대학에서 소음관리 엔지니어링의 적절한 과정을 제공

해준다.

그러나 적용할 방법들이 효과적으로 되기 위하여 운전상의 요구사항을 고려해야 할 필요가 있으며, 따라서 기술자들이 해당 공정을 이해하거나 또는 공정을 이해하는 사람들과 협력할 필요가 있을 것이다. 또한 관련된 공정 및 그 작업을 수행하기 위한 또다른 방법 등에 관한 산지식이 특성화된 음향학에 관한 교육보다 더 중요한 경우도 있게 될 것인데 예를 들면 소음공정이 정숙한 공정으로 교체될 수 있는 경우가 그것이다. 이러한 종류의 업무 개발이 소음을 관리하는 새로운 방법을 도입할 때 마주치게 되는 문제를 식별해내고 극복하기 위해 필요하게 될 것이다. 

[출처 : ILO-CIS No. 76365, Reducing Noise at Working 중에서 번역]