

# 공장소음방지대책

## (1)

李得雄

(株)DB 엔지니어링 대표이사·환경(소음·진동)기술사

### 1. 서론

소음·진동의 전문 기술자로서 문제점 발생시에 접해보면 가장 기본적인 음향이론을 이해하지 못하고 있으며, 음향을 한개의 예술로 간주하고 있는 엔지니어가 많다. 이러한 문제점은 과학적인 지식을 실제 상황에 적용하기가 어렵기 때문이다. 여기에서는 기본적인 원리를 어떻게 적용하여 공장소음의 문제점을 제거하느냐 하는 방법론을 제시하여 실제 발생되고 있는 소음공해로부터 탈피하는데 도움이 되었으면 한다.

공장소음은 듣는 이로 하여금 시끄러운 소리로서 불필요하므로 소음으로 인한 불평의 강도는 시끄러움의 강도에 비례한다고 볼 수 있다. 특히 공장주위에서의 소음공해는 너무나 많은 소음원이 과도하게 노출되어 인근 주위의 환경 및 근로환경 조건에 영향을 미치고 있다.

소음의 방지기술은 음향의 전달시스템을 단순히 소음원, 전달경로, 수음자로 구분하여 구조적인 문제점을 도출해 낼 수 있다.

소음방지기술은 듣는자로 하여금 근무활동을 하는데 적당한 정해진 소음도 목표치로 낮추는 것이다. 지역 주민이 과도한 소음의 노출로 인해 문제시 되었을 시에 가장 상식적으로 생각할 수 있는 방법으로는 즉 공장의 밀폐를 생각할 수 있는데 이는 공장내부의 음압증가로 인하여 근로환경을 악화시킬 수 있으므로 정확한 엔지니어링이 뒷받침되어 내부에서는 산업안전보건법, 외부의 소음은 환경보전법에 따라 공장이 계획되고 운영되어야 한다.

또한 주어진 공장의 특수여건에 따라 음압도가

낮게 요구될 때 그 기준 이하로 되게끔 각별한 주의가 필요하므로 투자대효과, 난청으로부터 보호, 주민의 환경 보존 등을 고려한 종합적인 검토를 하여야 하지만 소음방지대책은 다음과 같은 절차로 걸쳐 수행된다.

- 소음원의 소음도 감소
- 소음원의 진동 감소
- 소음원의 주파수 변형
- 충격소음의 파형 변형
- 주위 소음 변형
- 매스킹 효과이용
- 수음자의 소음 노출시간 변형

현재 우리나라의 경우 대도시 내 및 주변에 공장이 많고 이러한 공장들은 소음 제어라는 측면에서 전혀 고려되지 않은 공장이 많으므로 공장에서 발생하는 기계가동소음, 원료의 운반, 낙하 등 일차적인 소음과 작업과 관련하여 부수적인 소음은 근무자의 보호 입장에서 산업 안전보건법, 환경측면서 환경보전법으로 규제하고 있으며 다음과 같다.

#### \* 산업안전 보건법

근 무 시 간(시)	16	8	4	2	1	1/2	1/4
허용소음도(dBA)	85	90	95	100	105	110	115

#### \* 환경보전법

지역구분	적용 대상 지역	단위dB(A)	
		낮(06:00-22:00)	밤(22:00-06:00)
일 지 역	주거전용, 병원, 학교	50	40
	주거, 준주거지역	55	45
	상업, 준공업지역	65	55
도 로 변	공업, 전용공업지역	70	65
	주거, 준주거지역	65	55
지 역	상업, 준공업지역	70	60
	공업, 전용공업지역	75	70

## 2. 공장소음의 발생원

소음의 음원은 통상적으로 점으로 간주되지만 대단위의 공장에서는 수백점의 소음원의 합성으로 나타낸다. 효과적인 기계소음방지대책은 그 발생원에 대한 정확한 이해가 중요하므로 단순한 음원이라도 음향성능상 특이한 성분을 갖게 되므로 보다 더 세부분석을 필요로 한다.

### 가. 마력과 소음

기계에서 발생하는 소음은 기계에 공급되는 마력과 관계가 있다.

소음과 마력과의 관계는 기계의 종류, 효율 등에 따라 다르기 때문에 이를 이론적으로 관계식을 정립하는 것은 불가능하다. 만일 공급되는 마력의 일정한 물이 소음으로 변화 된다면 마력이 2배가 될 때 발생하는 음향출력은 3 dB 증가한다. 그러나 실제로 콤프레사나 펌프의 마력을 2배로 증가시키면 소음은 4-5dB 증가한다. 현재까지 가장 좋은 방법은 각 기계의 종류에 따라 실험식을 유도하며 일반적으로 다음 식으로 표현한다.

소음증가량 (dB) = 17 log<sub>10</sub> (마력증가비)

### 나. 회전체 소음

대부분의 기계는 회전체를 이용하며 그 불균형은 질량 불균형, 기하학적인 불균형으로 변위를 초래하며 회전속도에 비례하여 강제진동이 발생되어 구조를 타고 소음이 발생된다.

불균형으로 인하여 발생하는 문제점은 기계 자체의 고장, 심한 진동 및 소음을 초래하는 것이며 이에 대한 대책으로는 일상 정비가 중요하다.

### 다. 구조물의 공진현상

모든 구조물은 고유한 주파수를 가지고 있다. 구조물에 가해지는 외력이 고유주파수와 동일한 주파수를 가지면 큰 진동 및 소음이 발생되게 되므로 그 원인에 따라 회전체의 불균형, 고유진동수, 고체전달경로 등에 적절한 조치를 하게 된다.

### 라. 기어 소음

기어의 설계 제작시 허용 공차, 가공방법, 연

마, 가공방법 등에 의해 소음이 발생되며, 맞물린 기어 사이에도 접촉면의 미끌림으로 인하여 소음 진동이 발생된다. 저 소음 기어를 만들기 위해서는 정밀도 유지가 중요한 요소이며 최근에는 마력이 적은 합성수지를 이용하여 마찰로 인하여 발생하는 소음을 줄이고 있다.

### 마. 베어링 소음

베어링 소음은 ROLLER와 BALL 사이의 표면 불균일과 BALL의 마찰에 의해 발생된다.

그러므로 설계제작시 정확성이 요구되며 베어링에 걸리는 하중의 크기 및 방향 등도 적절히 하여야 한다.

### 바. 판넬의 소음

기계를 덮고 있는 판넬은 진동원에서 전달된 소음 진동이 발생되며, λ/4 보다 큰 치수의 판넬은 저주파 소음발생이 가능하고 고주파수 이상 소음은 작은 크기의 판넬에서도 가능하다. 그러므로 저주파 발생이 큰 판넬은 작게 만들어 소음발생을 줄일 수 있다.

### 사. 공기역학적 소음

콤프레사, 송풍기 등에서는 기계자체보다 공기 운동에 의한 소음발생이 큰 경우가 있다. 주 원인은 난류의 흐름에 의해 광대역의 소음이 발생되며 난류의 크기 즉 유체의 흐름속의 함수로서 나타난다. 그러므로 파이프나 덕트에 있어서 단면적을 늘려 최소유속을 유지하고 모양이 급변하는 엘보우, 밴드 등을 가급적 피하여야 한다.

### 아. 엔진 소음

차량, 선박, 발전기용으로 많이 사용되는 엔진의 소음을 크게 분류하면

- 엔진 케이싱 및 구조물로 부터 방사소음
- 흡기 소음(특히 터보차지)
- 배기
- 냉각 팬 및 기타 부속장치

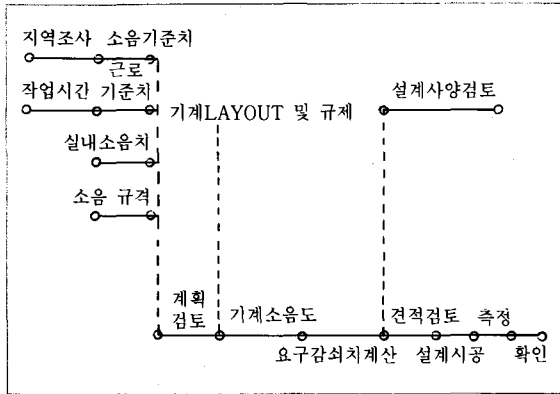
엔진 소음도 일반적으로 사용되는 엔진의 인크로저, 배기소음장치, 급기소음장치, 진동의 발생억제 등의 방법으로 감소시킬 수 있다.

### 3. 공장소음방지 대책

#### 가. 공장 설계시 소음방지계획

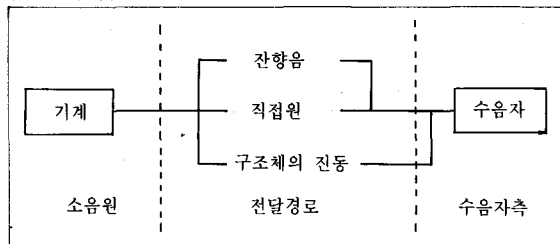
현재 국내에서 공장설계시에 가장 소홀히 검토되고 있으므로 많은 문제점을 초래하고 있다. 그러므로 공장요구 조건 및 지역환경에 적절한 소음방지계획이 이루어져야 하며, 기계 선택시 비교적 시끄럽지 않는 기계 선택, LAYOUT 등 사전에 대책철차규정을 만들어 시행하여야 하며 계획표는 다음과 같다.

〈그림. 1〉 공정설계시 소음방지계획표



#### 나. 소음의 발생전달 경로 및 수음자의 BLOCK DIAGRAM

〈그림. 2〉 음향의 전달 시스템



#### 다. 소음원에서의 소음방지

소음방지에 있어서 전통적인 해결방법은 가능하면 음원 자체에서 해결하는 방법이 있지만 방지에 있어서 대단히 많은 비용과 경우에 따라서 완전한 교체가 필요한 경우가 있다. 일반적으로 소음원도

- 충격소음(해머, 기어음 등)
- 불균형 힘에 의한 소음
- 마찰에 의한 소음

- 전기적 소음
- 유압장치 소음
- 공기 역학에 의한 소음

#### 1) 충격소음

충격은 해머를 칠때 또는 다른 물체가 부딪칠 때 뿐만 아니라 기어가 맞물리면서 소음을 발생한다. 날카로운 충격음은 광대역에 나타나며 주위와 공명을 초래하며 충격면이 부드러운 물질로 차진 되었을 시에는 에너지가 흡수 될 뿐만 아니라 소음의 감소도 가져온다. 접촉면의 운동의 변경은 충격력의 감소를 가져 올 뿐만아니라 마모의 감소를 가져온다.

#### 2) 불균형 힘에 의한 소음

모든 기계의 불균형은 설계, 제작 및 설치의 정확도에 따라 다르며 다른 기계의 선택 또는 공정상에 주의를 기울이면 이에 의해 발생하는 소음은 방지 될 수 있다.

#### 3) 마찰에 의한 소음

접촉마찰에 의해서 발생하는 소음은 공정에 가장 손쉽게 윤활유를 사용하여 해결 할 수 있으나 좋은 방법은 아니다. 예를 들면 브레이크 장치에서는 실제적이 아니며, 슈의 날카로운 부분을 없애는 방법 및 접촉각의 변화는 상당한 효과의 감쇠를 가져다 준다. 대부분의 경우는 TRIAL AND ERROR에 의해 요구되는 감쇠치를 얻는 경우가 많다.

#### 4) 전기적 소음

가장 보편적인 모터는 삼상유도모터로 예를 들면 회전할 자기력에 의해 발생된 전기적 소음은, 플럭스 변화에 의해 소음이 발생되며 부차적인 기계적인 소음도 발생되며 요구성능에 적절한 댐핑, 진동제어, 인크로저, 스크린 효과 등도 고려하여 방지할 수 있는 내부에서 발생하는 열에너지의 발산을 위한 대책이 수립되어야 한다.

#### 5) 유압장치 소음

유압장치에 있어서 소음도 시스템 내부의 모터, 펌프, 밸브 그리고 다른 부품의 구성내역에 따라 차이가 있으나 좋은 제품은 구성되는 부품의 신뢰성에 따라서 소음의 차이도 크다. 유압계통에 있어서 힘 또는 압력이 대단하므로 급격한 압력변화는 진동 및 소음을 초래하며 파피까지 이를 수 있

**공장소음방지는 소음원자체의 음원분석, 전달경로를 파악해 적절한 대책을 세워야 하며, 방지기술은 크게 흡음, 차음, 진동차단, 댐핑으로 나눌 수 있다.**

다. 진동으로 부터 고려된 설계는 소음측면에서 좋은 효과를 가져 온다고 볼 수 있다.

6) 공기역학에 의한 소음

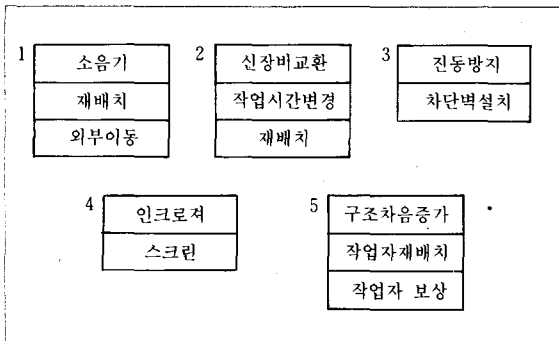
공기역학적 소음은 단순한 공기역학적 소음과 주위의 낮은 속도의 유속과 높은 속도의 유속이 혼합 될 때 발생된 소음으로 구분할 수 있다. 공기역학소음도 공기 흐름과 견고한 표면의 상호 작용에 의해서 발생되며 이 결과 구조체에 진동을 가져 오며 소음이 발생하게 된다. 이는 일정하게 유체의 흐름을 만들고 구조체에 강성을 주어서 소음의 감쇠가 이루어지게 한다.

라. 방지대책

공장 소음방지는 소음원 자체의 음원의 분석, 전달 경로를 파악하여 적절한 대책을 세워야 하며 직접음, 잔향음 및 구조를 타고 오는 진동소음을 방지하여야 하며 대책의 BLOCK DIRGRAM은 아래와 같다.

소음방지기술은 다음의 방법을 복합적으로 사용하여 크게 소음원에서 방지시설, 전달경로대책, 수음자측의 대책으로 대별한다.

〈그림. 3〉 소음방지 BLOCK DIAGRAM



i) 소음원 방지

- 작업공정의 변경
- 국부적인 댐핑 재료사용(기계)
- 제품에 댐핑패드 사용
- 인크로저
- 후드설치
- 작업 스케줄 변경

ii) 전달경로 방지

- 현 위치에서 멀리 설치
- 천정 벽면 흡음재 설치로 잔향음 제거
- 차단벽 설치로 구조를 타고 오는 진동차단

iii) 수음자측 방지

- 인크로저
- 개인 수음 방지기구 착용
- 작업시간 변경
- 마루의 진동감쇠
- 스크린
- 흡음력 증가
- 매스킹 효과 이용

위와 같은 방법은 크게 흡음, 차음, 진동차단, 댐핑으로 나눌 수 있다.

1) 흡음

현재 대부분 공장은 콘크리트 블록 및 스테이트로 구성되어 여기에 설치된 기계의 소음도 잔향을 증폭시켜 큰 소음을 발생시키는데 이는 내부의 흡음력 부족에 기인한다. 공장내부에 발생 소음도 흡음재료설치시 잔향시간, 공간의 크기에 따라 다르지만 흡음력 증가는 잔향음의 감소로 큰 효과를 볼 수 있다.

흡음 재료에 의한 흡음률은 입사전 음향 에너지가 흡음재 내부를 통과하여 그곳에서 점성마찰로 인하여 열로 손실된다. (다음호에 계속)

〈그림. 4〉 벽에서의 음향의 반사음, 흡음 및 전파음

