

# 금속가공유 사용 사업장 안전보건교육



# Table of Contents.

금속가공유 사용 사업장  
안전보건관리방안 알아보기

 산업재해예방  지속 개선

## I Outline

- 업종 개요 및 특성

## III Occupational Hazard

- 금속가공유 화재 위험성
- 금속가공유 건강 유해성
- 금속가공업 안전관리방안
  - MSDS 및 작업환경측정
  - 건강진단
  - 보호구 사용
  - 국소배기장치
  - 화재예방 방안

## II Status & Case

- 산업재해 특징
- 재해 사례

## IV Noise Management

- 금속가공업 소음 관리방안

Chapter 1.

# 업종 개요 및 특성

# 1. 업종 개요 및 특성

## ▶ 금속가공업 개요



### 1. 금속가공업?

철, 알루미늄, 구리 등 금속 소재를 절단, 성형, 가공하여 기계부품, 구조물, 산업용 제품 등을 생산하는 산업

- ▶ 대표 공정: 절삭가공(선반, 밀링등) / 프레스 가공 / 용접 및 접합 / 주조 및 단조 / 표면 처리(도금, 열처리등)

### 2. 산업 구조에 따른 특징

#### 1 중간재 산업 역할 수행

자동차 산업, 조선산업, 건설 및 플랜트 등의 타 사업과 밀접하게 연결  
▶ 전방 산업 의존도 高

#### 2 중소기업 비중 높음

국내 금속가공업은 대부분 중소 또는 중견기업으로 구성  
▶ 하청 및 협력 구조가 일반적

#### 3 노동 및 기술 집약형 혼합산업

단순가공 : 인력 의존도 높음  
정밀가공 : 기술 의존도 높음(CNC, 자동화설비 등)



# 1. 업종 개요 및 특성

## > 금속가공업 개요



### 3. 산업 안전 측면 특징

금속가공업은 기계설비의 위험성, 인력작업 등으로 인해 대표적인 고위험 업종에 해당

- ① 절삭기계 등 끼임 사고 발생
- ② 용접 등 화재 및 폭발
- ③ 금속 분진 및 유해가스
- ④ 소음 및 진동 장애
- ⑤ 금속 가공유 등 화학물질

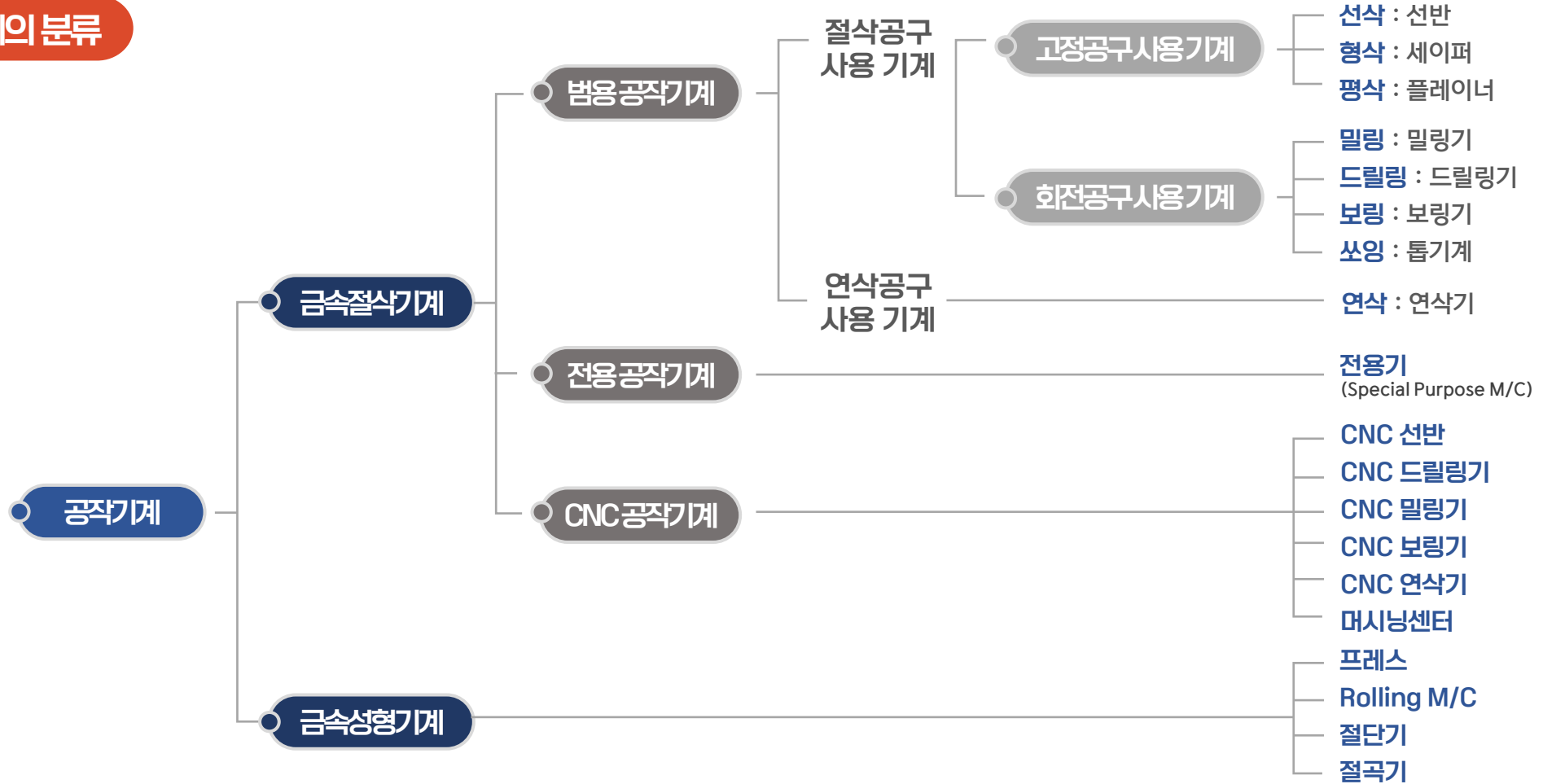


# 1. 업종 개요 및 특성

▶ **금속가공기계란?** 금속으로 된 봉이나 판을 목적에 맞는 기계를 이용하여 깎거나 구부리고 연마하는데 이용되는 공작기계



## 공작기계의 분류



\*출처 : 한국공작기계 산업협회

# 1. 업종 개요 및 특성

## ▶ 금속가공유란?



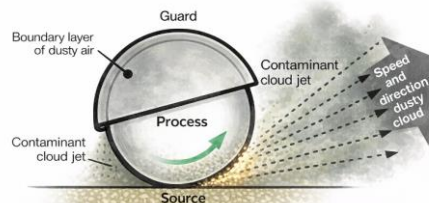
### ▶ 금속가공유의 정의

- ☑ 금속 절삭, 연삭, 드릴링, 밀링 등의 공정에서 사용되는 **작업 유체**
- ☑ 주로 윤활, 냉각, 공구마모 감소, 가공면 품질 향상 등의 목적으로 사용
- ☑ 작업 조건과 분사 방식에 따라 **오일미스트**가 발생



### 오일미스트 발생 주의

- 작업 조건 및 분사 방식에 따라 오일미스트 발생 → 작업자의 주요 노출원  
특히 고속 절삭, 밀폐되지 않은 장비, 고온 공정에서 노출 우려가 증가



# I. 업종 개요 및 특성

## > 금속가공유란?



### 사용 목적

#### # 윤활

공구와재료사이  
마찰감소

#### # 냉각

가공열로부터  
공구보호

#### # 마모 감소

공구수명 연장

#### # 품질향상

가공면 거칠기 등  
품질 개선

### 오일미스트 발생

- ☑ (입자크기) 일반적으로 0.1~10  $\mu\text{m}$  수준
- ☑ (발생조건) 고속 절삭 및 회전에 의해 절삭유 비산  
절삭열에 의한 일부 증발 후 재응축  
공작물과 공구 충돌 시 기계적 파쇄 효과  
작업 종료 전 에어건 사용으로 강제 분무화
- ☑ (노출경로) 공기 중 미스트 흡입, 피부 접촉 등

### 영국 HSE

- ☑ 미스트는 입자로 간주하여 관리

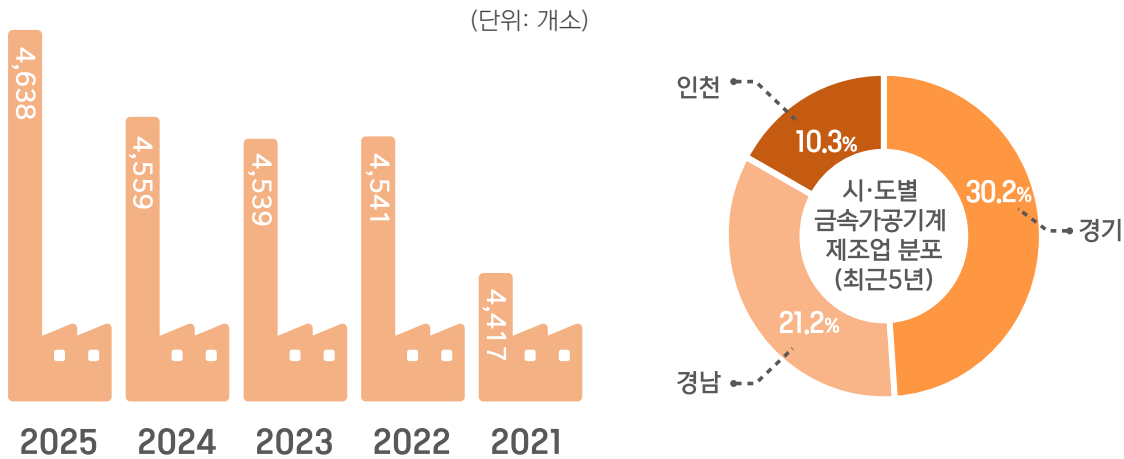
Name	Description and size	Visibility	Examples
Mist	Liquid particles – process generated, eg by spraying  Particle size ranges 0.01 $\mu\text{m}$ to 100 $\mu\text{m}$ but the size distribution may change as volatile liquids evaporate	As for dust	Electroplating, paint sprays, steam

# 1. 업종 개요 및 특성

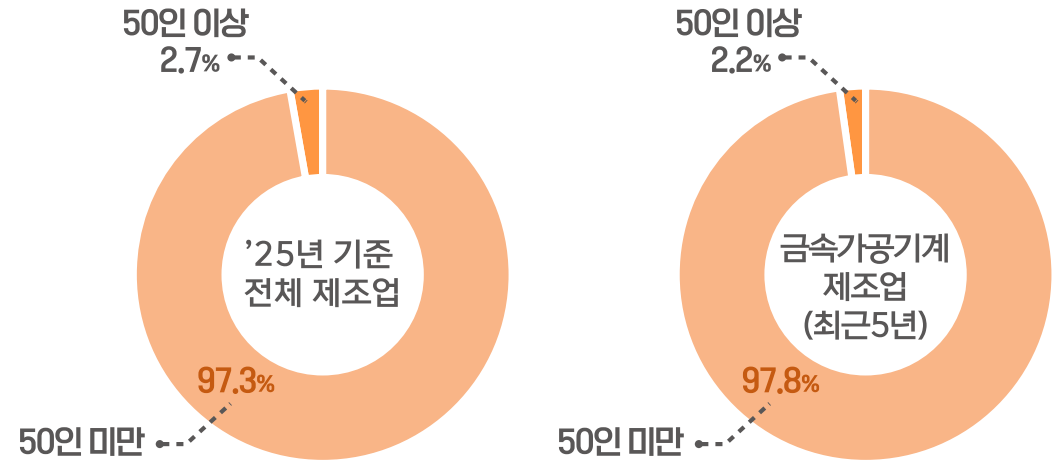
## > 업종 현황 및 특성



- 전국 금속가공기계제조업 사업장 수는 최근 5년간 **5% 증가**
- (시·도별 분포)\_최근 5년 기준  
경기도(30.2%) >> 경남(21.2%) >> 인천(10.3%)



- 최근 5년간 금속가공기계 제조업 중 **50인 미만 중·소규모** 사업장의 평균 점유율은 **97.8%**
- 전체 제조업 업종의 50인 미만 사업장 비율(97.3%) 유사



Chapter 2.

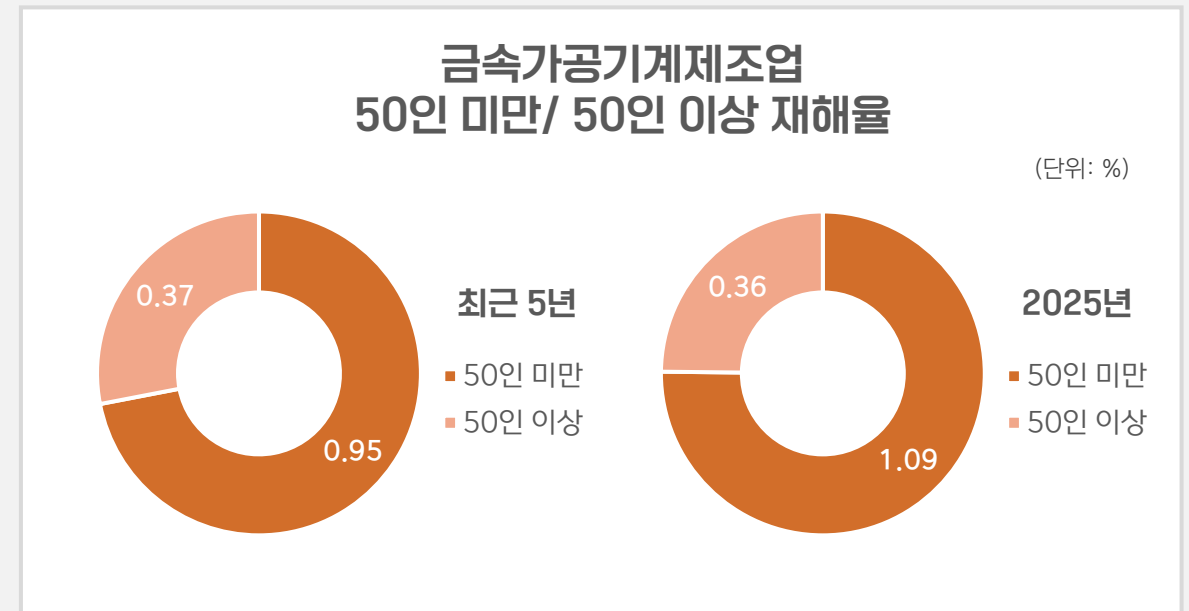
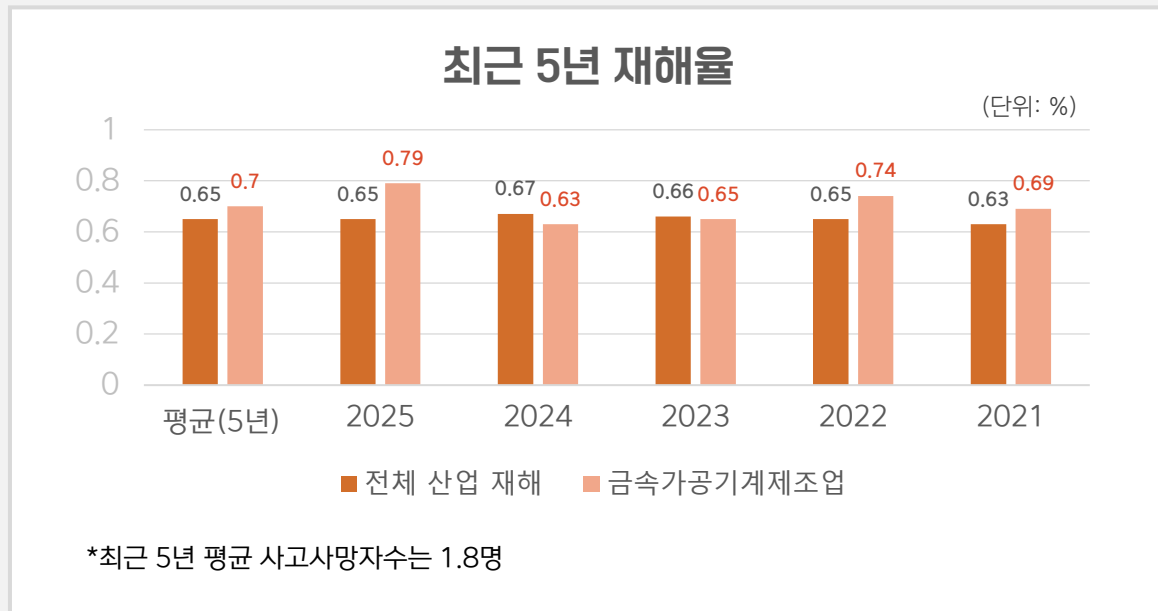
## 산업재해 특징 및 재해사례

## II. 산업재해 특징 및 재해사례

### ▶ 업종 산업재해 특징



- 금속가공기계제조업의 평균 재해율은 0.70으로 전체 산업 대비 0.05% 높음
- 같은 업종에서 50인 이상 사업장에 비해 50인 미만 사업장 재해율이 약 2.6배 높음

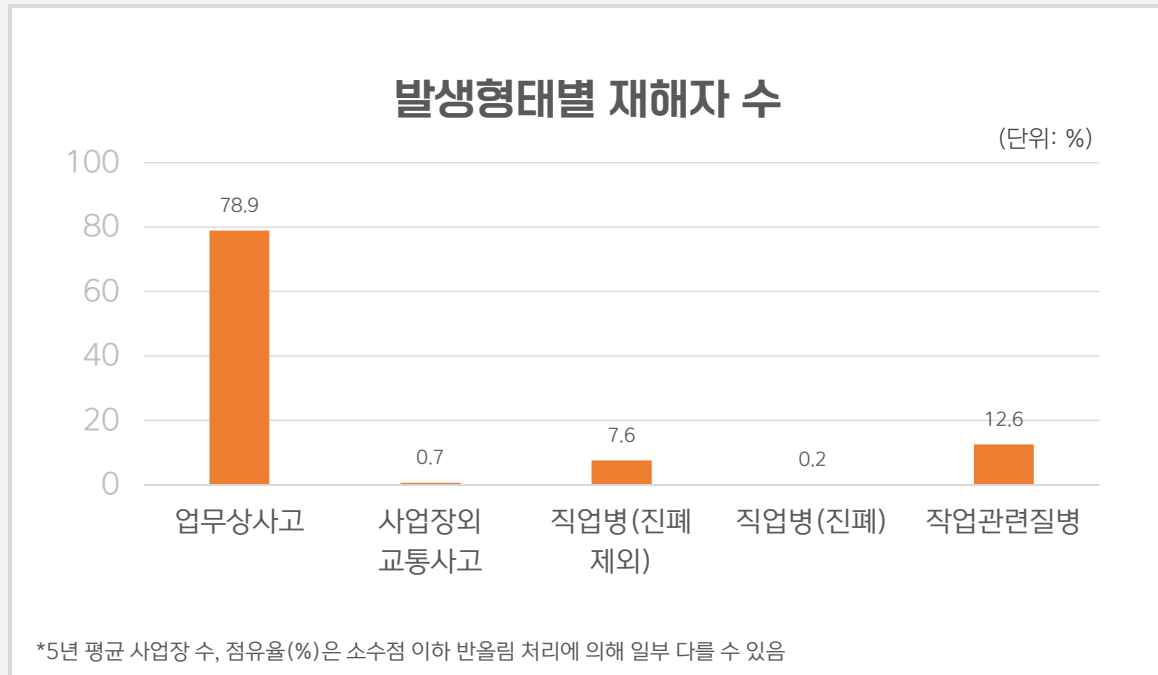


## II. 산업재해 특징 및 재해사례

### ▶ 업종 산업재해 특징



- 금속가공기계제조업의 특성상 선반이나 밀링 등 공작기계를 이용하여 소재를 가공하는 공정이 많아 관련 재해 점유율이 높음

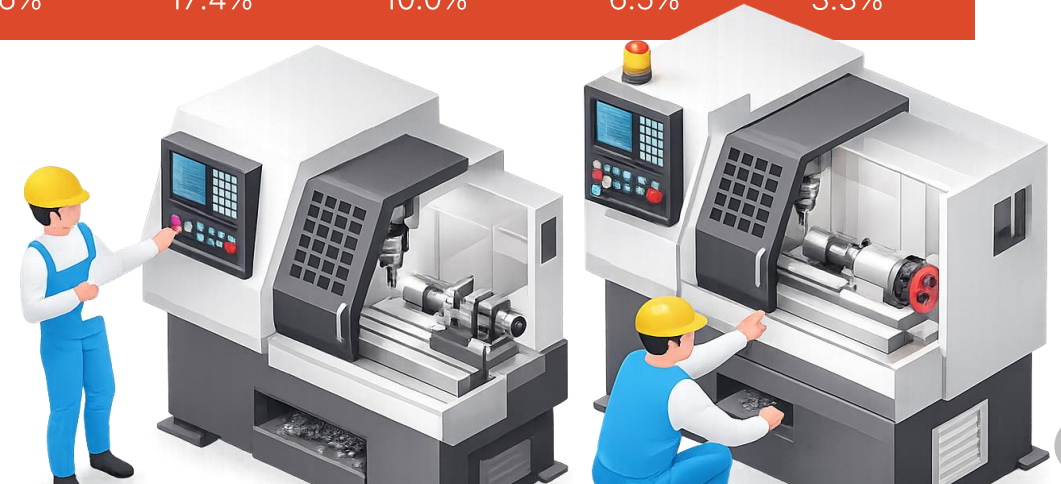
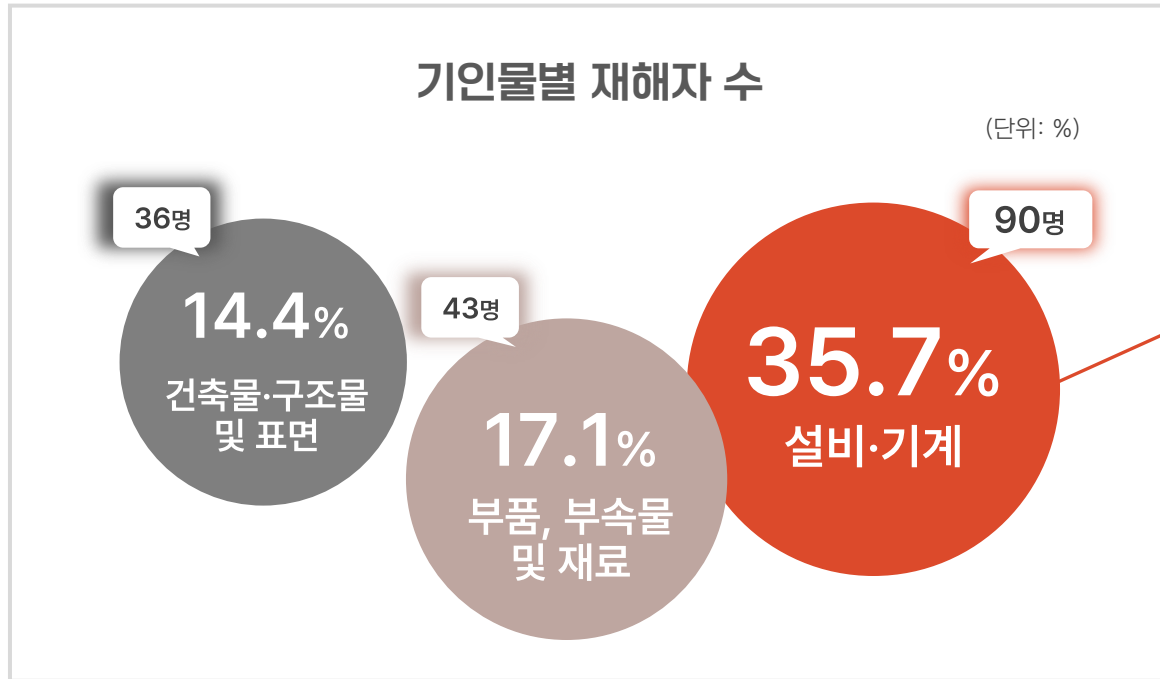


## II. 산업재해 특징 및 재해사례

### ▶ 업종 산업재해 특징



- 기인물별로는 설비·기계가 35.7%로 가장 높았으며, 그 중에서는 공작 및 절단기계가 30.6%로 가장 높음



## II. 산업재해 특징 및 재해사례

### ▶ 산업재해 다발 10대 유형 요약    금속가공기계제조업에서 주로 발생하는 산업재해 형태



- 01 선반의 작업물이 회전 중 튀어 올라 신체에 부딪힘
- 02 선반, 밀링 등 공작기계 회전 중 장갑 및 작업복이 말려 끼임
- 03 밀링, 띠톱 등 날카로운 회전날 및 톱날에 신체 일부 절단 및 베임
- 04 사상작업 등 후처리 작업 중 연삭숫돌 파편 등에 맞음
- 05 작업장 내에서 운행 중인 지게차 등 운반설비에 부딪힘
- 06 크레인 줄걸이 작업 중 와이어로프 파단이나 훅으로부터 이탈로 떨어진 운반물에 맞음, 부딪힘
- 07 용접 시 부적절한 보호구 착용 및 불꽃 비산으로 화상
- 08 작업장 바닥 내 공작물의 칩 및 윤활·절삭유 비산으로 미끄러져 넘어짐
- 09 작업장 내 이동 중 적재된 자재 등에 걸려 넘어짐
- 10 부적절한 작업자세 및 중량물 인력 운반으로 인한 근골격계질환 발생

## II. 산업재해 특징 및 재해사례

### ▶ 화재 사고 사례



출처: MBC 뉴스('22.5.30.)

#### 경남 함안 금속가공제품 제조공장서 불· 직원 1명 사망

입력 2022-05-30 23:00 | 수정 2022-05-30 23:00

김정우 기자



오늘 (30일) 오후 4시 40분쯤, 경남 함안군 칠원면 오곡리의 한 금속가공제품 공장서 불이 나 1시간 만에 꺼졌습니다.

이 불로 캄보디아 국적의 25살 남성이 숨졌고, 공장 직원인 61살 노모 씨가 얼굴과 양쪽 팔 등에 2도 화상을 입어 병원으로 옮겨졌습니다.

또, 공장 1개 동 50제곱미터 등이 불에 타 추산 500만 원의 재산 피해가 났습니다.

소방당국은 인명 수색작업 도중 금속 세척액이 담긴 세척조 안에서 숨진 남성을 발견했으며, 시신 상태 등으로 미뤄 화재로 숨진 것으로 보인다고 설명했습니다.

• 장소  
경남 함안군 금속가공제품  
제조공장

• 피해  
외국인 노동자 1명 사망,  
1명 부상

• 시사점  
외국인 노동자 대상 안전  
교육 및 대피훈련 미흡 등

출처: 연합뉴스('24.12.19.)

#### 인천 금속가공 공장서 화재... 50대 관계자 사망

입력 2024-12-19 10:06 | 수정 2024-12-19 10:26

변성원 기자



▲ 19일 0시19분쯤 인천 남동구 간석동 한 금속가공 공장서 불이 나 소방대원들이 진화 작업을 펼치고 있다./사진제공=인천소방본부

새벽 시간대 인천 금속가공 공장서 불이 난 가운데 화재 현장에서 50대 시신이 발견돼 경찰이 사인 파악에 나섰다.

19일 인천소방본부에 따르면 이날 0시19분쯤 남동구 간석동 금속가공 공장서 화재가 발생했다. 신고를 받고 출동한 소방당국은 소방관 등 96명과 장비 32대를 투입해 화재 발생 28분 만인 0시47분쯤 불을 완전히 꺾었다.

화재 현장에서는 공장 관계자인 50대 A씨가 숨진 채 발견됐으며, 공장 건물 1개 동이 불에 탔다. 경찰 관계자는 “현장을 수색하는 과정에서 숨진 A씨를 발견했다”며 “국립과학수사연구원에 시신 부검을 의뢰해 정확한 사망 원인을 파악할 계획”이라고 말했다.

• 장소  
인천 남동구  
금속가공 공장

• 피해  
노동자 1명 사망

• 시사점  
야간 시간대  
단독 근무로 인한  
대피 취약 등

## II. 산업재해 특징 및 재해사례

### ▶ 화재 사고 사례 \_ 대전 엔진밸브 제조공장 화재사고('26. 3. 20.)



출처: 연합뉴스('26.3.22.)

#### 기름때가 불 키우고 무단 개축이 대피 어렵게...관리 미흡이 불러온 인재

송고 2026-03-22 22:18

김소연 기자

대전 안전공업 화재, 아리셀 참사와 닮은꼴...“안전관리 더 촘촘하게”



▲ 화재로 녹아버린 건물\_ (대전=연합뉴스)김준범기자= 대형 화재가 발생한 대전 대덕구 안전공업 외관을 21일 오전 하늘에서 바라본 모습. 2026.3.21 psykims@yna.co.kr

(대전=연합뉴스) 김소연 기자 = 74명의 사상자를 낸 대전 자동차 부품 공장 화재는 안전사고를 예방하고 피해를 최소화하기 위한 대응·관리가 미흡해 발생한 참사라는 지적이 나온다.

출처: SBS뉴스('26.3.24.)

#### 74명 사상자 낸 안전공업, 15년간 화재 7건...분진·기름때 원인 대다수

입력 2026-03-24 13:36 | 수정 2026-03-24 13:36

손기준 기자

대전 안전공업 화재, 아리셀 참사와 닮은꼴...“안전관리 더 촘촘하게”



▲ 24일 오전 대전 대덕구 안전공업 2일 차 현장감식에 나선 대전고용노동청 근로감독관들이 안전공업 노조임시 사무실을 확인하고 있다.

화재 참사로 74명의 사상자가 발생한 대전 안전공업에서 지난 15년간 불이 나 소방 당국이 출동한 경우는 모두 7건으로 대부분이 작업 공정과 집진기 등에서 나온 기름때, 분진 탓에 불이 난 것으로 확인됐습니다.

#### • 장소

대전 대덕구 자동차 부품 제조공장

#### • 피해

노동자 14명 사망, 60명 부상

#### • 시사점

금속가공유 기름때, 슬러지 등 가연성 물질 관리 및 집진·덕트 오염 관리 미흡에 의한 화재 확산, 복잡한 내부 구조로 인한 대피 지연, 2009년~2023년 7회 이상 화재 발생으로 누적, 반복 위험 등

## Chapter 3.

# 금속가공업 위험요인

- 금속가공유 화재 위험성
- 금속가공유 건강 유해성
- 금속가공업 안전관리방안

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 화재 위험성

#### ▶ 금속가공유 종류



#### 금속가공유(절삭유) 분류 및 특징(KS M 2173 절삭유제)

※ 절삭유 : 금속가공 과정에서 가공을 돕기 위해 사용되는 유제(油劑)

분 류	수용성 절삭유	비수용성 절삭유
사용방법	물에 희석하여 사용	물에 희석하지 않고 사용
검사항목	외관 / 표면장력 / 유화 안정도 pH / 금속 부식 정도 등	동점도 / 지방 유분 / 동판 부식 인화점(70°C 이상) / 유동점 등
물리화학적 특징 (예)	냄새 : 탄화수소 pH : 8.8 끓는점 : 자료없음 인화점 : 해당없음	냄새 : 광유 pH : 해당없음 끓는점 : 자료없음 인화점 : 150°C 이상

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 화재 위험성

#### ▶ 금속가공유 화재 위험성



#### 화기엄금

위험물안전관리법 상, 비수용성 절삭유는 제4류 제3석유류 또는 제4석유류로 분류



인화점이 높아 상온에서 불이 붙기 어렵지만, 고온 환경이나 화재 발생 시 인화성 물질로 작용

미스트 형태로 분사되는 금속가공유의 인화점은 증기상태보다 더 낮아 화재위험이 높음  
※ MSDS 상 인화점보다 낮음

#### 화재가 발생하는 경우 유류 화재 (B급)에 해당



##### A급 화재 (일반화재)

나무, 섬유, 종이, 고무, 플라스틱류와 같은 일반 가연물이 타고 나서 재가 남는 화재



##### C급 화재 (전기화재)

전기기계·기구, 전선 등에 전기가 공급되는 상태에서 발생하는 화재



##### B급 화재 (유류화재)

인화성 액체, 가연성 액체, 알코올 등과 같은 유류가 타고 나서 아무것도 남지 않는 화재



##### D급 화재 (금속화재)

마그네슘, 티타늄, 지르코늄, 나트륨, 리튬 등과 같은 가연성 금속에서 발생하는 화재

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 건강 유해성

#### ▶ 금속가공유사용 공정 선반, 밀링, 드릴링, 태핑, 연삭, CNC 등에서의 적용 및 노출 위험



##### 적용 공정

 <b>선반</b> 회전하는 공구로 재료를 절삭	 <b>밀링</b> 다양한 형태의 홈 가공	 <b>드릴링</b> 구멍 뚫기 작업
 <b>태핑</b> 나사산 가공	 <b>연삭</b> 표면 정밀 가공	 <b>CNC</b> 자동화 정밀 가공

##### 노출 위험 요인

-  **고속 절삭:**  
회전 속도에 비례해 미스트 급증
-  **비밀폐 장비:**  
개방 시 미스트가 외부로 확산
-  **고온 공정:**  
유증기 발생으로 인한 농도 상승
-  **환기 미흡:**  
정체된 공기로 인한 건강 유해성



##### 분사식 공급 시 주의사항

- 분사식 공급 방식에서는 오일미스트 발생 가능성이 더 커질 수 있음
- 특히 고속 절삭, 밀폐되지 않은 장비, 고온 공정에서 노출 우려가 증가하므로 국소배기장치 가동 필수

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 건강 유해성

#### ▶ **노출 경로** 금속가공유가 작업자에게 노출되는 4가지 주요 경로와 위험성



#### 1. 흡입 (Inhalation)

- ☑ 공기 중에 떠다니는 오일미스트를 호흡하여 폐로 유입되는 경로
- ☑ 미세한 입자가 폐포에 침착하여 호흡기 질환을 유발할 수 있음



#### 2. 피부접촉 (Skin Contact)

- ☑ 손, 팔, 얼굴, 목 등의 피부에 반복적으로 접촉하여 흡수되는 경로
- ☑ 장기간 노출시 피부염이나 알레르기가 발생할 수 있음



#### 3. 안구접촉 (Eye Contact)

- ☑ 비산된 액적이나 오염된 손에 의해 눈에 접촉하는 경로
- ☑ 각막 손상이나 결막염을 유발할 수 있음(과거 메탄올 사건)



#### 4. 2차 노출 (Secondary Exposure)

- ☑ 오염된 작업복, 장갑, 설비표면을 통해 간접적으로 노출되는 경로
- ☑ 관리소홀시 지속적인 위험이 증가



#### 주의

4가지 노출 경로는 서로 연결 → 특히 2차 노출은 작업자가 인지하지 못한 채 지속적인 위험에 노출 우려  
개인위생 관리와 작업환경 정돈도 중요

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 건강 유해성

## ▶ 금속가공유 건강영향 - 피부 금속가공유에 의한 피부 질환 발생 메커니즘과 예방 조치



#### ▶ 피부 질환 발생 메커니즘

- 금속가공유는 **자극성 접촉피부염**의 원인이 될 수 있음
- 장시간 반복 접촉 시 피부건조, 홍반, 가려움, 균열이 발생할 수 있음

**피부건조**  
유분 제거로 피부 보호막 손상

**홍반**  
피부 발적 및 염증 반응

**가려움**  
지속적인 자극으로 인한 증상

**균열**  
피부 손상 및 감염 위험

#### ▶ 예방 조치

##### 피부 보호 방법

- 작업 후 즉시 세척**  
: 작업 종료 후 비누와 물로 손을 철저히 세척
- 장갑 교체**  
: 오염된 장갑 즉시 교체하는 등 정기 점검
- 작업복 관리** : 오염된 작업복 즉시 세탁 또는 교체

#### 약화 요인

- 세척 불량 : 작업 후 제대로 세척하지 않은 경우
- 오염 장갑 장시간 사용 : 오염된 장갑을 계속 사용하는 경우
- 오염 작업복 방치 : 오염된 작업복을 즉시 교체하지 않는 경우

#### ▶ 주의사항

피부 증상이 지속될 경우 지체 없이 의료  
전문가와 상담

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 건강 유해성

#### ▶ 금속가공유 건강영향 - 호흡기 오일미스트에 의한 상기도 자극과 호흡기 불편감, 천식 유사 증상 및 예방 방안



##### ▶ 호흡기 증상 및 영향

 <b>상기도 자극</b> 인후 자극, 기침, 답답함	 <b>호흡 불편감</b> 숨쉬기 어려움, 천식 유사 증상
 <b>기침 유발</b> 반복적 기침, 가래	 <b>알레르기 반응</b> 민감성 천식 유발
 <b>과민성 폐렴</b> 수용성 가공유가 부패하면서 발생 하는 박테리아와 곰팡이	 <b>발암성</b> 과거 비수용성 가공유 PAHs, Nitrosamine 류

**⚠ 주의: 밀폐·환기 불량 시 문제 심화**

- 밀폐되지 않은 장비 또는 환기 미흡 작업장에서 노출 우려가 크게 증가  
장시간 노출 호흡기 질환이 악화될 수 있음

##### ▶ 예방 및 관리 방안

- 국소배기장치 설치 및 정상 운영
- 작업장 환기 개선 및 공기 순환
- 호흡보호구 착용
- 정기적인 건강진단 실시

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공유 건강 유해성

#### ▶ 금속가공유 건강영향 - 기타 안구 자극, 미생물 오염, 작업환경 쾌적성 저하 등의 추가적인 건강영향





##### ▶ 안구 및 결막 자극

- ☑ 안구 자극 및 결막 자극이 발생할 수 있음
- ☑ 오일미스트가 눈에 직접 닿거나, 오염된 손으로 눈을 비비면서 **안구 자극**이 발생할 수 있음
- ☑ 특히 수용성 금속가공유는 장기 사용 중 **미생물 오염** 문제가 생길 수 있음


##### ✎ 주의사항


- 안구 자극은 눈의 통증, 가려움, 충혈 등을 유발  
장기간 노출 시 결막염이나 각막 손상으로 이어질 수 있음

 미생물 오염  
수용성 제품 장기 사용 시

 악취 발생  
작업환경 쾌적성 저하

##### ▶ 수용성 제품의 미생물 오염

 미생물 번식 : 수용성 금속가공유는 물과 희석하여 사용하므로 미생물이 번식하기 쉬움

 장기 사용 시 : 유액이 오염되면서 악취가 발생하고 성능 저하

 건강 영향 : 미생물 노출 시 피부염, 호흡기 질환 위험 증가

##### ▶ 작업환경 쾌적성 저하

- ☑ 악취 : 오염된 유액에서 발생하는 불쾌한 냄새
- ☑ 설비 오염 : 주변 설비와 바닥에 유분이 누적되어 미끄러움
- ☑ 환기 문제 : 공기 중 미스트 농도 증가로 환기 효율 저하

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## ▶ 화재위험 예방대책



#### 1 절삭유 선택

- ▶ 낮은 기화 손실 및 높은 인화점, 해당 공정에서 가능한 가장 높은 점도를 가지는 절삭유 선택  
 ⊙ 낮은 점도의 금속가공유일수록 낮은 인화점을 가지고 많은 증기를 발생

#### 2 충분한 양의 절삭유 공급

- ▶ 공구 근처에서 낮은 압력으로 다량을 공급하는 것이 안전  
 ⊙ 적은 양의 절삭유를 높은 압력으로 공급시 많은 양의 미스트가 발생하고, 계속된 작업에 의해 내부 온도가 올라감에 따라 발화의 위험 높아짐.

#### 3 금속가공기계 정기적 청소

- ▶ 시간이 지남에 따라 먼지, 부스러기, 칩이 기계에 쌓이고, 절삭유 미스트 및 증기가 국소배기장치 덕트 내부 등에 쌓이게 되어 가연물이 되므로 정기적으로 청소하는 것이 중요

#### 4 금속가공기계의 전기시스템 확인

- ▶ 잘못된 전기 배선이나 부품으로 인해 스파크가 발생하거나 과열되어 점화원이 될 수 있으므로, 전기 시스템을 정기적으로 검사하여 느슨한 연결, 마모된 전선 또는 손상된 구성 요소가 없는지 확인

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 화재위험 예방대책



##### 5 절단도구(바이트) 검사

- ▶ 무더지거나 손상된 절단 도구는 날카로운 도구보다 더 많은 열과 스파크를 발생시키므로, 절단 도구의 마모 상태를 정기적으로 점검하고 필요할 경우 교체

##### 6 냉각수 및 윤활유 수준 모니터링

- ▶ 기계에 사용되는 냉각수와 윤활유는 열과 마찰을 줄이는 데 도움이 되므로, 냉각수 및 윤활유 수준이 권장 수준으로 유지되는지 확인

##### 7 가연성 물질 보관금지

- ▶ 종이, 판지, 기름, 용제 등의 가연성 물질은 금속가공기계 근처에 보관 금지

##### 8 화재 진압 시스템 설치

- ▶ 스프링클러 시스템이나 소화기 등의 화재 진압 시스템이 제대로 설치 및 유지관리되고 있는지 확인

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 화재대비\_ 소화기 종류 및 사용방법



##### 분말소화기

A, B, C급 화재에 적합

질소나 이산화탄소 등 불에 잘 타지 않는 기체의 고압가스를 이용하여 소화 약품인 탄산수소나 트롬 분말이나 제1인산암모늄 분말을 뿌리는 소화기



금속가공유 화재는 B급 소화기 사용  
※ A급-일반화재, B급-유류화재, C급-전기화재

##### 이산화탄소 소화기

B, C급 화재에 적합

이산화탄소를 역화하여 충전한 소화기로, 이산화탄소가 방출되면 드라이아이스로 변하면서 가스를 덮어 공기를 차단하는 소화기



##### 투척용 소화기 사용법

1



커버를 벗긴다

2



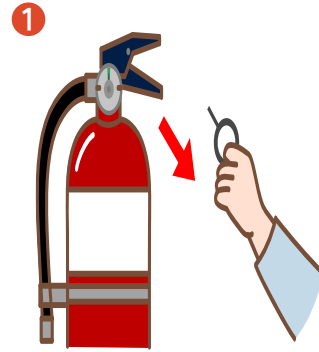
소화기를 꺼낸다

3

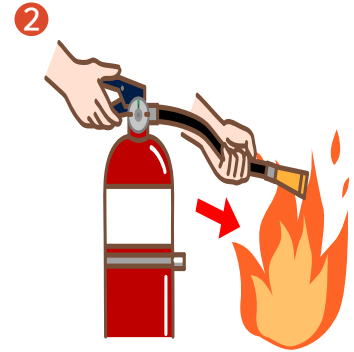


불을 향해 던진다

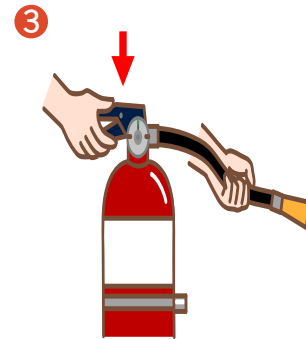
## 올바른 소화기 사용법



안전핀을 뽑는다



실외는 바람을, 실내에는 탈출할 문을 등지고 서서 호스를 불 방향으로 향하게 한다



손잡이를 힘껏 움켜쥐는다



불이 난 곳에 빗자루로 쓸 듯이 골고루 뿌린다

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## ▶ 화재대비 \_ 화재 대비 대응 매뉴얼 마련 및 비상구 설치



**1** "불이야" 알리고 비상벨 눌러 전파

**2** 초기진화를 실시하고 실패 시 즉시 대피

**1** In case of fire, shout "Fire" loudly and press the fire alarm emergency bell to notify the public.

**2** Use a fire extinguisher to extinguish the fire initially and evacuate immediately if it fails!

**3** Use a fire extinguisher to extinguish the fire initially and evacuate immediately if it fails!

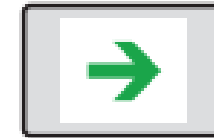
**4** Use a fire extinguisher to extinguish the fire initially and evacuate immediately if it fails!

☑ 비상대응 매뉴얼 마련



- ☑ 출입구 외 비상구 1개 이상 설치·유지
- ☑ 벽과 바닥에 대피로 방향 표시

평상시 통로 유도등과 비상구 유도등의 위치를 알아둡니다!



- ☑ 통로 유도등 복도나 통로의 바닥으로부터 1m 이하의 벽면이나 바닥에 설치되며, 백색바탕에 녹색 화살표가 그려져 있습니다.
- ☑ 비상구 유도등 눈에 잘 보이도록 출입구 상단에 설치되어 있으며, 녹색 바탕에 출입문이 그려져 있습니다.

출처 : 안전보건공단, (2024-산업안전실-507) 전지 제조·취급업 화재·폭발사고 대비\_안전가이드

출처 : 소방관이 알려주는 화재안전24시

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 화재대비 \_ 노동자 교육, 비상대피 훈련



- ⊕ 모든 노동자 대상 안전보건교육 - 비상구 설치 및 유지, 경보설비 등
- ⊕ 물질안전보건자료 교육 - 물질 유해·위험성, 노출 및 화재 시 조치방법 등
- ⊕ 화재 등 비상대비 훈련 - 비상대피, 소화설비 사용방법, 심폐소생술 등

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## ▶ 화재 발생 시 대피요령



화재 발생



“불이야!” 하고 큰소리로 주변에 전파, 화재 발신기를 눌러 경보기 작동  
119 신고 (신고보다 대피가 먼저)

초기 진화 시도



상황 판단: 위험하지 않은 경우 초기 진화 시도



위험 시 즉시 대피



비상구를 확인후 접근, 소화기로 산소 차단하여 질식소화

※ 유류화재 (B급)는 물을 이용한 소화설비 사용금지  
(분말, 이산화탄소, 할로겐화합물, K급 소화기 모두 사용 가능)



안전한 실외로 대피가 최우선



초기 진화 불가 시



안전대피요령

**연기차단**

젖은 수건/옷소매로 코와 입 막기

**이동자세**

몸을 낮게 숙이고 이동

**대피경로**

피난·비상구 유도등 따라 이동(승강기 x)

**대피방법**

한손으로 벽을 두드리면서 대피,  
대피문 열기 전 문주위의 열기 확인



안전 확보 후 조치



**119 신고** 안전한 실외로 대피한 후 즉시 신고

**인원 점검** 동료들의 대피 여부 및 안전 확인

**정보 제공**

공장 내 근로 인원 및 위험물 정보 제공

**인근 공장 전파**

주변 공장에도 화재 사실을 알려 대피 유도

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 법령 정보 \_ 비상구



- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제17조(비상구의 설치), 제18조(비상구의 유지)



#### 비상구의 설치 및 관리 <제17조>

위험물질을 제조·취급하는 작업장과 그 작업장이 있는 건축물은 출입구 외에 안전한 장소로 대피할 수 있는 비상구 1개 이상을 다음에 맞는 구조로 설치하여야 한다.  
또한, 비상구에 문을 설치하는 경우 항상 사용할 수 있는 상태로 유지하여야 한다.

- 1 출입구와 같은 방향에 있지 아니하고, 출입구로부터 3m 이상 떨어져 있을 것
- 2 작업장의 각 부분으로부터 하나의 비상구 또는 출입구까지의 수평거리가 50m 이하가 되도록 할 것
- 3 비상구의 너비는 0.75m 이상으로 하고, 높이는 1.5m 이상으로 할 것
- 4 비상구의 문은 피난 방향으로 열리도록 하고, 실내에서 항상 열 수 있는 구조로 할 것

🔍 비상구·비상통로 또는 비상용 기구를 쉽게 이용할 수 있도록 유지

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 법령 정보 \_ 경보용 설비



- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제19조(경보용 설비 등)



#### 경보용 설비 설치 대상

연면적이 400㎡ 이상 또는 상시 50명 이상의 근로자가 작업하는 옥내 작업장에는 비상시에 근로자에게 신속하게 알리기 위한 경보용 설비 또는 기구를 설치하여야 한다.

- 1 설비의 규모에 따라 적절한 수의 경보설비를 확보한다.
- 2 소음 수준이 높은 곳에서는 시각적 경보설비를 설치한다.
- 3 각종 비상경보설비는 주 1회 작동시험을 한다.

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 법령 정보 \_ 경보용 설비 종류



##### ○ 소방시설 설치 및 관리에 관한 법률 시행령 [별표4]

- 1 단독경보형감지기: 감지기에 전원과 음향장치가 내장되어 단독으로 작동하는 설비
- 2 비상경보설비: 화재 시 비상벨이나 사이렌으로 화재를 알리는 설비
- 3 자동화재탐지설비: 감지거나 발신기가 화재 신호를 수신기에 전달하여 경보하는 설비
- 4 시각경보기: 청각장애인 등에게 빛으로 화재를 알리는 설비
- 5 비상방송설비: 화재 시 음성으로 대피를 방송하는 설비
- 6 자동화재속보설비: 화재를 감지하여 소방관서에 자동으로 통보하는 설비
- 7 통합감시시설: 전기, 기계 등 다양한 설비를 통합하여 감시하는 설비
- 8 누전경보기: 전선의 누전을 탐지하여 화재를 예방하는 설비
- 9 가스누설경보기: 가스 누출을 감지하여 경보하는 설비

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 국내외 화재경보기 경보 음량 기준



구분	국내 기준(NFSC, 국가 화재안전기준)	국외 기준(NFPA, 미국 화재예방협회)
음량 크기	<ul style="list-style-type: none"> <li>비상경보설비 - 1m 떨어진 곳에서 90dB 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>공공모드(건물 전체 대상) 평균 주변 음량*보다 15dB 이상</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>단독경보형경보기 - 85dB 이상</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>전용모드(관리자 대상) 평균 주변 음량보다 10dB 이상</li> </ul>
출처	비상경보설비 및 단독경보형 감지기의 화재안전기준(NFSC 201)	National Fire Alarm and Signal Code (국가 화재경보 및 신호 규정, NFPA 72)

- ▶ 국내기준은 공간별 특성을 고려하지 않아, 소음이 심한 장소에서는 경보가 들리지 않을 수 있으나 NFPA에서는 공간의 성격에 따라 해당 장소의 소음수준보다 더 높은 음량을 발신

\* 평균 주변 음량 : (업무) 55dB, (교육) 45dB, (산업) 80dB, (지하/무창층) 40dB, (주거) 35dB

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 화재 시 대피 영상자료



공장화재 대피 어떻게?

Btv news

내가 일하는 공장에서 불이 난다면? 잊지 말아야 하는 2가지!

여러분이 근무하는 공장에 화재가 난다면? 이렇게 대피하세요!

경기도소방재난본부  
구독자 1.39만명

22 22 공유 저장

○ 출처 : 경기도소방재난본부 유튜브 채널

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 현장 위험요인 사례 금속가공유 사용 현장에서 발생하는 5가지 주요 문제 사례와 해결 방안



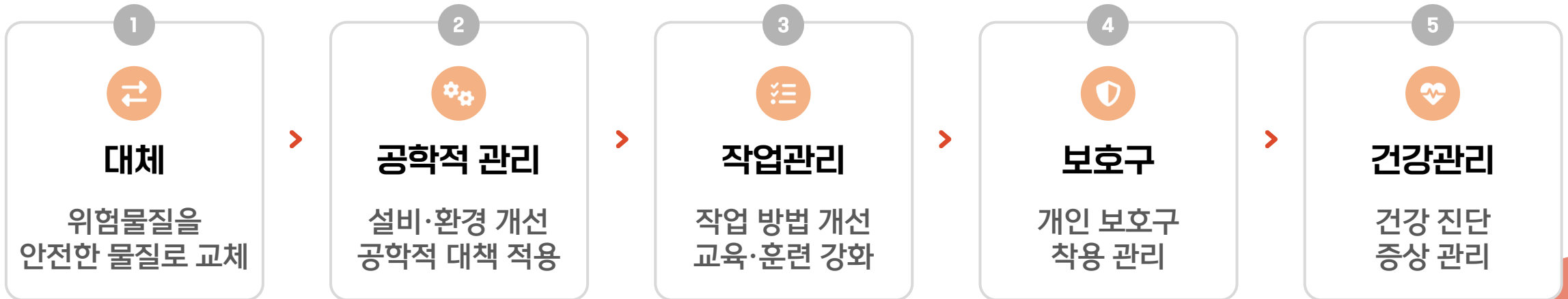
위험	주의	위험	주의	관리
<b>장비 문 개방 시 미스트 분출</b>	<b>천장·조명 유분 부착</b>	<b>바닥 미끄럼 위험</b>	<b>필터 포화로 흡입력 저하</b>	<b>작업복·장갑 오염</b>
<p>장비 문을 열 때 오일미스트가 외부로 분출되어 작업자 노출</p> <p>미스트 확산으로 호흡기 위험 상승</p>	<p>천장 및 조명 주변에 유분이 부착·침전되어 화재 위험 상승</p> <p>조명 효율 저하 및 안전 사고 우려</p>	<p>바닥 오염으로 미끄럼 위험 증가</p> <p>작업자 부상 및 설비 손상 가능성 ↑</p>	<p>국소배기장치 내 필터 포화로 실질적인 흡입력 저하</p> <p>오일미스트 포집 효율 저하</p>	<p>작업복, 장갑 등 지속적으로 오염</p> <p>피부접촉 노출 및 2차 오염 위험</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● 즉시 조치 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 정기 점검 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 즉시 청소 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 필터 교체 필요</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● 정기 교체 필요</li> </ul>

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 관리의 기본 원칙



• (위험요인 관리 접근) 대체 >> 공학적 관리 >> 작업관리 >> 보호구 >> 건강관리



#### 핵심 메시지

- 보호구만으로는 근본적 제어가 어려움
- 금속가공유 관리의 핵심은 오일미스트 흡입 차단과 피부접촉 저감

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 법적 근거 산업안전보건법 제39조 및 관련 법규에 따른 금속가공유 관리 의무사항



##### ▶ 산업안전보건법 제39조

- ☑ **보건조치 의무**  
사업주는 미스트 등으로 발생하는 건강장애 예방을 위하여 보건조치를 하여야 함
- ☑ **관리 대상**  
금속가공유 공정의 오일미스트를 체계적으로 관리

##### ▶ 보호구 관리

- ☑ **안전보건규칙 제31조**  
보호구는 설비개선이 어려운 경우에 제한적으로 적용
- ☑ **안전보건규칙 제32조**  
보호구의 적정 지급 및 관리

##### ▶ 작업환경측정

- ☑ **산업안전보건법 제125조**  
작업환경측정 실시 의무
- ☑ **산업안전보건법 시행규칙 제186조**  
측정 대상 및 방법

#### ✍️ 핵심 메시지

- 사업주는 금속가공유 공정에서 발생하는 오일미스트를 체계적으로 관리
- 미스트 등에 의한 건강장애 예방을 위한 보건조치를 반드시 이행



### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ MSDS 관리 산업안전보건법 제114조에 따른 물질안전보건자료(MSDS) 관리 요건



##### ▶ MSDS 확보 및 최신본 유지

###### ☑ 산업안전보건법 제114조

: 사용 제품별 MSDS를 확보하고 최신화 유지  
- 제품명, 구성성분, 유해성, 보호구, 저장방법 등 확인

: MSDS는 작업자가 언제든지 접근 및 확인 가능하도록  
작업장 내 적당한 곳에 배치 및 관리

금속가공유보다 제품별 MSDS 확인이 더 중요

##### ▶ 보호구 및 응급조치

☑ 보호구 : MSDS 내 명시된 적절한 보호구 착용

☑ 응급조치 : 눈, 피부 접촉 시 조치 방법 확인

☑ 저장방법 : 적절한 저장 조건 및 장소 확인



##### ▶ MSDS 관리 체크리스트

☑ 사용 제품별 MSDS 확보 여부

☑ MSDS 최신본 유지 여부

☑ 작업자 접근 가능한 위치에 비치

##### ✎ 핵심 메시지

• MSDS(물질안전보건자료)는 금속가공유 제품별로 확보하고 최신화하여 유지

• 구성성분, 유해성, 보호구, 응급조치 요령, 저장방법 등 반드시 확인

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 관리요령 게시 시행규칙 제168조에 따른 작업공정별 관리요령 게시 의무사항



##### ▶ 게시 필수항목 (시행규칙 제168조)

###### ☑ 제품명

금속가공유 명칭

###### ☑ 건강·환경 유해성

인체 및 환경 영향

###### ☑ 취급주의사항

안전한 취급 및 주의사항

###### ☑ 응급조치

사고 발생 시 대응 방법

###### ☑ 사고대응

비상 상황 대처 절차

###### ☑ 적절한 보호구

필수 착용 보호구 종류

##### 게시 내용 체크리스트

정확한 제품명  
유해성 정보  
보호구 정보  
응급조치 방법



##### ▶ 관리요령 게시 위치 및 방법

- ☑ 게시 위치: 작업장 눈에 잘 보이는 곳(작업대 등)
- ☑ 게시 방법: 내구성 있는 재료 제작, 조명 확보
- ☑ 정기 점검: 게시 내용의 적정성 확인 및 업데이트

##### ✎ 교육·게시 강화 필요성

- 친숙해 보이는 물질일수록 위험성을 간과하기 쉽습니다.
  - ▶ 작업자가 쉽게 인지하고 확인할 수 있도록, 게시물에 대하여 명확하게 관리 필요

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 관리대상 유해물질과의 관계 산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조



##### ▶ 유해물질 분류 체계 (제420조)

☑ 유기화합물  
유기 용제, 유기 화합물 등

☑ 금속류  
중금속, 금속 분말 등

☑ 산·알칼리류  
강산, 강알칼리 등

☑ 가스상 물질류  
유독가스, 증기 등

##### ⚠ 금속가공유의 관리 기준

금속가공유 제품 자체보다 구성 성분, 공정 중 발생하는 미스트, 혼입 금속성분을 기준으로 관리대상 유해물질 여부를 판단

##### ✍ 핵심 판단 기준

- 구성성분 분석 : 제품의 화학적 성분 확인
- 미스트 발생량 : 공정별 오일미스트 농도 측정
- 혼입물질 : 금속성분, 미생물 등 오염물질 확인

##### ▶ 관리 요구 사항

- ☑ MSDS 확인 : 제품별 안전자료 확보
- ☑ 노출 평가 : 작업환경측정 실시
- ☑ 보호구 지급 : 적절한 보호구 제공
- ☑ 건강관리 : 정기 건강 검진



##### 관리 체계

1 단계 : 유해성 평가

2 단계 : 관리대상 선정

3 단계 : 보건조치 시행

4 단계 : 효과성 확인

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 관리대상 유해물질과의 관계 산업안전보건기준에 관한 규칙 제420조



##### ▶ 법적 근거 및 적용 범위

###### 📖 산업안전보건법 제125조

- 사업주는 작업환경측정을 실시하여 작업장의 유해인자 노출 정도 확인 및 필요 시 안전보건관리 조치 이행

##### ▶ 시행규칙 제 186조

- ☑️ **작업환경측정 주기 및 방법**  
유해인자 노출수준에 따른 정기적 측정 실시
- ☑️ **측정 결과의 기록 및 보관**  
측정치 기록 및 근로자 공지, 서류 보존 의무
- ☑️ **노출기준 초과 시 안전보건조치 이행**  
시설 개선, 보호구 지급 등 즉각적인 조치 실시



##### ▶ 측정대상 유해인자

- ☑️ **오일미스트** : 가공유에서 발생하는 미세입자
- ☑️ **휘발성 성분** : 휘발되는 유기용제 및 화합물
- ☑️ **특정 유해성분** : 중금속, 유해물질 등

##### 📝 핵심 판단 기준

- ‘무엇을 쓰는가’ 보다 ‘어떤 유해인자가 발생하는가’ 가 중요
- 금속가공유 사용 공정 : 오일미스트, 휘발성 성분, 특정 유해성분 노출여부를 기준으로 판단

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 특수건강진단 산업안전보건법 제130조·시행규칙 제201조~206조에 따른 건강진단 의무사항



##### ▶ 법적 근거

- ☑ 산업안전보건법 제130조 : 특수건강진단 실시 의무
- ☑ 산업안전보건법 시행규칙 제201~206조  
: 진단 대상, 방법, 주기
- ☑ 대상 판단  
: 제품 성분·노출 유해인자에 따라 결정

##### ▶ 검토 대상 물질

- ☑ 유기화합물 : 유기용제, VOCs 등
- ☑ 금속류 : 중금속, 금속성분
- ☑ 자극성 물질 : 피부호흡기 자극

##### 진단 절차

1. 작업자 건강상태 확인
2. 노출 유해인자 평가
3. 건강진단 실시
4. 결과분석 및 조치

##### 📌 주의사항

- 특수건강진단 대상 여부  
: 제품 성분과 노출 유해인자에 따라 판단
- 유기화합물·금속류·자극성 물질 등 화학물질 노출 시  
반드시 검토 필요

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 수시건강진단과 증상자 관리 산업안전보건법 시행규칙 제205조에 따른 직업성 질환 의심 시 건강관리 절차



##### ▶ 산업안전보건법 시행규칙 제205조


- ☑ 수시건강진단  
: 노동자 이상 징후 발생 시 수시로 실시하는 건강진단  
→ 직업성 피부염, 직업성 천식 등 의심되면 진단 실시
- ☑ 증상자 관리  
: 작업자가 반복적으로 피부증상, 기침, 호흡기 자극을 호소하면 건강관리 절차로 연계

##### ▶ 직업성 질환 증상

- ☑ 피부염
- ☑ 천식
- ☑ 기침
- ☑ 호흡기 자극



**관리 종결이 아닌 건강관리 절차 연계**  
노동자의 반복적인 증상 호소 시  
단순 민원으로 끝내지 말고 건강관리 절차로 연결

 수시건강진단은 의사가 필요하다고 인정하는 경우 실시  
진단 결과는 개인정보보호 원칙에 따라 관리

1 증상확인 > 2 수시 건강진단 > 3 치료/관리

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 보호구 원칙



##### ▶ 법적 근거 및 원칙

- ☑ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제31조  
: 보호구의 제한적 사용
  - 보호구는 설비개선이 어려운 경우에 한하여 보조적인 수단으로써 제한적으로 사용되어야 함
- ☑ 산업안전보건기준에 관한 규칙 제32조  
: 보호구의 지급 및 관리
  - 사업주는 작업 성격에 맞는 적절한 보호구를 지급
  - 항상 청결하게 유지되도록 관리하고 필요시 교체 지급

장갑 등 오염 관리 및 교체 주기 철저히 엄수

##### ▶ 보호구 적용 예시

###### 장갑

- 정기적인 교체
- 오염도 상시 확인
- 맞는 크기 선택



###### 보안경

- 유해광선/비산물 차단
- 넓은 시야 확보
- 김서림 방지 처리



###### 보호복

- 우수한 방수성능
- 장시간 착용 통기성
- 높은 인장 강도



###### 호흡보호구

- 주기적 필터 교체
- 안면부 밀착 확인  
- 밀착도 검사 권고
- 흡/배기 밸브 점검



### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 일반 작업장, 금속가공유 핵심 관리방안



##### Point 1.

###### 최소한으로 필요한만큼만 사용·관리

- 금속가공유 사용량 최소화 >> 오일미스트 발생 최소화
- 불필요한 분사 방지
- 정확한 양 사용

##### Point 3.

###### 밀폐형 구조 우선 적용

- 오일 미스트의 외부 유출 예방을 위하여 개방형 보다 밀폐형 적용

##### Point 2.

###### 미스트 비산 최소화

- 금속 분사 방향 및 압력 최적화 조정 >> 오일미스트 비산 최소화
- 작업자 호흡 영역으로 미스트 유입 방지

##### Point 4.

###### 작업 후 위생 및 청소 일상화

- 작업 후 반드시 손 세척 및 오염된 작업복 교체
- 정기적으로 설비 표면 및 주변부 청소

정기적으로 점검 및 모니터링 실시 >> 일상적인 관리 습관 형성 필요

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## ▶ 국소배기장치의 개요 유해물질을 발생원 가까이에서 포집하는 장치의 개념, 구성 및 특성



#### ▶ 국소배기 장치란?

- 유해물질을 **발생원 가까이에서 포집**하는 장치로, 공기 중으로 퍼지기 전에 오염물질을 효과적으로 제거  
>> 전체환기보다 제어 효율이 높고 작업자 호흡영역 보호에 유리

#### ☑ 핵심 특징

- 근접포집 : 발생원에서 직접 포집하여 확산 방지
- 효율성 : 전체환기 대비 노출저감 효과 우수
- 보호성 : 작업자 호흡영역 직접 보호

☑ **목표**  
오일미스트 효과적 포집

☑ **방법**  
발생원 근접 제어

☑ **설치 목적**  
작업자 건강 보호

☑ **환경**  
공기질 개선

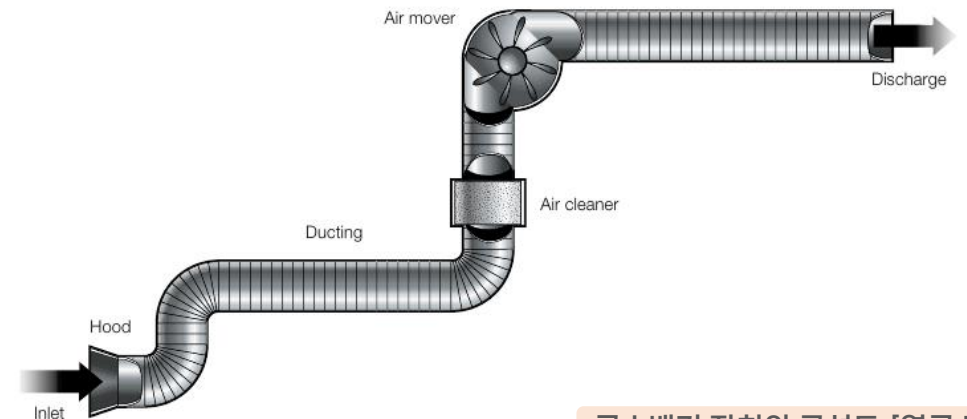
#### ▶ 국소배기장치 구성요소

☑ **후드**  
오염물질 포집

☑ **덕트**  
오염 공기 이동 통로

☑ **포집장치**  
미스트 제거

☑ **송풍기**  
공기 이동 동력 제공



국소배기 장치의 구성도 [영국 HSE]

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 국소배기 관련 법적 근거 산업안전보건기준에 관한 규칙 제422조 및 관련 조항

##### ▶ 제422조 : 국소배기 의무

- ☑ 관리대상 유해물질 취급 시 밀폐설비 또는 국소배기 설치
- ☑ 발생원 근접 포집 원칙 적용
- ☑ 유해물질 농도를 허용기준 이하 유지

##### ▶ 제429조: 제어풍속

- ☑ 법정 제어풍속 이상 확보
- ☑ 흡입구 풍속 0.7-1.2 m/s (입자상태)
- ☑ 배기구 풍속 적정 수준 유지

##### ▶ 제441조: 사용 전 점검

- ☑ 설치 시 성능 점검 실시
- ☑ 정기적 유지보수 및 점검
- ☑ 이상 발견 시 즉시 보수

##### ▶ 제84조: 환기 기준

- ☑ 일반적 환기 기준 적용
- ☑ 실내 공기 질 유지
- ☑ 환기 횟수 적정 수준

##### ▶ 예외 조항

- ☑ 제425조 : 전체환기 적용
- ☑ 제428조 : 특수 경우
- ☑ 제430조 : 예외 승인

##### ▶ 관련 규정

- ☑ 제423조 : 배기구 관리
- ☑ 제424조 : 풍속 측정
- ☑ 제426조 : 정기 점검

#### ✎ 국소배기장치 관리 핵심

국소배기장치는 설치만으로 끝나지 않습니다.  
정기적인 성능 점검, 필터 교체, 덕트 청소 등 유지관리가 핵심이며, 이상 발견 시 즉시 보수 조치가 필요합니다.

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## ▶ 안전보건규칙 제422조 : 발산원 제어



#### ▶ 발생원 제어 핵심 원칙

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제422조  
: 실내 작업장에서 유해물질이 발생하는 경우 **발생원을 제어**해야 한다는 원칙 규정
- » 공장 전체 공기를 희석하는 방식보다 유해물질 **발생원에서 직접 포집**하는 방식이 더욱 효과적

#### ☑ 발생 지점에서 직접 제어

- 실내 유해물질 발생지점에서 직접 포집·제어하는것이 원칙

#### ☑ 전체환기보다 근원 포집 우선 적용

- 공장 전체 공기 희석하는 방식보다는 발생원에서 유해물질을 직접 포집하는 국소배기 방식이 제어 효율이 높음

금속가공유 내 구성성분 중 관리대상 유해물질이 포함된 경우 적용

#### ▶ 제어 방식 비교

발산원 제어 vs 전체환기

발생원 제어

국소배기  
효율: 90%+



전체 환기

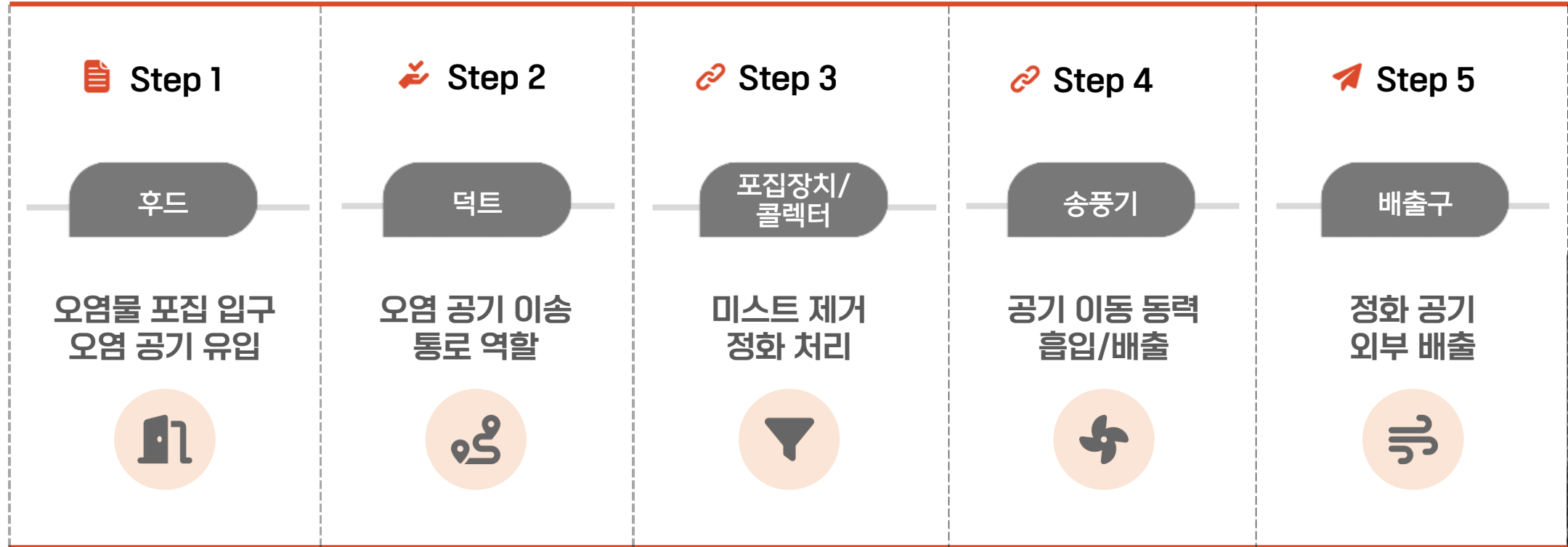
희석환기  
효율: 60%

#### 주의사항

- 후드 위치가 멀거나 필터가 막히면 포집효율 저하
- 설치 후에는 반드시 실제 흡입상태 확인

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 국소배기장치의 구성 5가지 구성요소로 이루어진 국소배기장치의 흐름과 기능



### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## > 오일미스트 콜렉터의 개요



#### ▶ 목적 및 구성

##### ▼ 미스트 포집·제거

- 금속가공유에서 발생한 미스트를 효과적으로 포집
- 제거하여 작업환경을 개선

##### ⚙ 시스템 구성

- 일체형(장비 부착) 또는 덕트형 시스템으로 구축
- 효율적 관리 및 개선

##### ♻ 공기 정화

- 필터식, 원심분리식, 전기집진식 등 다양한 방식
- 미스트 제거

#### ▶ 콜렉터 방식 및 특성

##### ▼ 필터식

원리 필터 매체로 미스트 포집  
장점 포집 효율 높음  
관리 필터 정기 교체 필요

##### ⚙ 원심분리식

원리 원심력으로 미스트 분리  
장점 유지관리 용이  
관리 정기 청소 필요

##### ⚡ 전기집진식

원리 정전기로 미스트 포집  
장점 고효율·저압손  
관리 전극 청소 필요

### 관리 POINT

- 필터 : 정기 교체 및 청소
- 성능 : 풍속 확인
- 점검 : 이상 유무 확인

##### ⚙ 일체형 시스템

장비에 직접 부착하여 미스트를 발생  
원 근처에서 포집

##### ♻ 덕트형 시스템

별도 덕트로 구축하여 다수의 작업장  
에서 미스트 포집

### Ⅲ. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 배출구 관리방안 배출구 설치·운영을 통한 오일미스트 효과적 관리



#### ▶ 배출구 설치 및 운영

- 1 배출구는 외기 방향으로 설치·운영
  - 오일미스트가 실내로 재유입되지 않도록 배출구는 외기 방향으로 설치 및 운영
  - 실내 재순환 시 잔류 미세오염·악취·재노출 위험이 있음
- 2 인접 흡입구, 출입구, 호흡영역 등을 고려한 위치 선정
  - 배출구 위치는 인접 흡입구, 출입구, 작업자 호흡영역 등 노출 경로 관련 정보를 고려하여 선정 및 설치
- 3 배출구 높이 및 방향 설정
  - 배출구는 지면에서 2m 이상 높이에 바람이 불어오는 방향으로 설치

정기 점검 및 모니터링 필요

#### 주의사항 및 운영성

- 1 실내 재순환 시 잔류 미세오염, 악취, 재노출
  - 실내 재순환 시 미세오염물질 잔류, 악취 발생 및 작업자 재노출 위험 존재 >> 반드시 외기로 배출
- 2 배출구 위치는 작업자 호흡영역과 분리
  - 오염된 공기가 작업자에게 직접 노출되지 않도록 배출구는 작업자 호흡영역과 분리하여 설치
- 3 배출구 주변 안전거리 확보
  - 배출구 주변 3m 이내 작업자가 상주하지 않도록 충분한 안전거리 확보 및 경고 표지판 설치

위험성평가 실시 및 관리 필요

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

#### ▶ 제어풍속과 성능 제429조 법정 제어풍속 확보 및 국소배기장치 성능 관리



#### 🌀 제429조 법정 제어풍속

최소풍속

0.7m/s

권장풍속

1.2m/s

포집효율

95%

#### 📄 필터 막힘 경고

: 필터가 포화되면 실제 흡입력이 **50% 이하**로 저하되므로, 정기적으로 필터 확인 및 교체 필요

#### 📉 성능 저하 요인

- ☑ 후드 위치가 멀어지면 포집효율 저하
- ☑ 필터가 막히면 실제 흡입상태 저하

#### 📋 설치 후 성능 점검

- ☑ 실제 흡입 상태 및 성능 확인
- ☑ 이상 발생 시 즉시 보수: 성능 저하 시 즉시 보수 및 재확인 필요
- ☑ 덕트 이송속도 충분하게 설계: 덕트 기울여서 설치
- ☑ 정기성능 확인: 풍속·정압·포집효율을 정기적으로 측정하고 기록

#### 정기 점검 항목

- 풍속 측정 및 덕트 이송속도 확인
  - 이송 속도 및 제어 풍속이 법정 기준 이상인지 확인
- 덕트 내 압력상태(정압) 정기적으로 확인

### III. 금속가공업 위험요인\_ 금속가공업 안전관리방안

## ▶ 사용 전 점검과 유지관리 안전보건규칙 제441조(국소배기장치 점검 시기와 항목, 이상 발견 시 조치 방안)



#### ▶ 점검시기 및 필수항목

- 1 처음 사용 시 (초기 설치 및 가동)**
  - 신규 설치 또는 교체 후 최초 가동 시 모든 부품에 대하여 정상 작동 여부 확인
  - 작업환경측정 의무 실시
- 2 개조 후 (구조 변경 또는 개선)**
  - 구조 변경 또는 개선 작업 후 성능 재확인 및 안전성 검증
  - 작업환경측정 의무 실시
- 3 수리 후 (정비 또는 보수)**
  - 정기 / 비정기 수리 후 정상 작동 상태 및 안전성 점검
  - 작업환경측정 실시(권장)

정기 점검 : 매일 / 매주 / 매월

#### 점검 항목 및 조치

☑ 덕트 오염 여부  
• 정기 청소 필요

☑ 접촉부 이탈 여부  
• 주기적 확인

☑ 흡기/배기 능력  
• 성능 테스트(풍속)  
• 스모크 테스트

☑ 송풍기 상태  
• 정기 점검



이상 발견 시,  
즉시 작업 중단 및  
산업위생 전문가 상담



Chapter 4.

# 금속가공업 소음관리

## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 소음이란?



- 불쾌하고 시끄러운 소리 주요 유발 질환 : 청각장애, 심혈관질환, 정신질환

### ▶ 소음작업



- 1일 8시간 작업을 기준으로 85dB 이상의 소음이 발생하는 작업

#### ※ 국내 소음 노출기준

- ▶ 8시간 기준 90dB(A), 교환율 5dB(노출 가능 시간은 절반으로 감소)
  - ⊕ 95dB(A)에 지속 노출될 경우 4시간, 100dB(A)에 노출될 경우 2시간까지 소음 작업 가능
- ▶ 소음작업 구분
  - 1) 강렬한 소음작업  
: 비교적 높은 소음이 일정시간 이상 지속 발생하는 작업
  - 2) 충격 소음작업  
: 폭발, 항타작업 등 아주 짧은 시간에 순간적으로 발생하는 매우 큰 소음

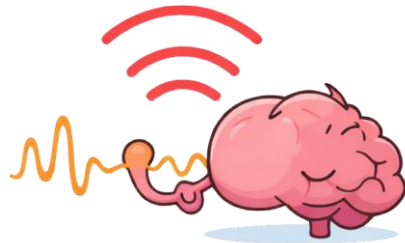
구분	강렬한 소음작업	충격 소음작업
소음 형태	지속적	순간적
평가 방법	시간가중 평균 (TWA)	최대 피크값
위험 특성	누적 손상	즉각 손상
기준	90dB/8시간	약140dB(피크)
대표 예	기계 소음	타격·폭발 소음

## IV. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청각신경 전달 경로



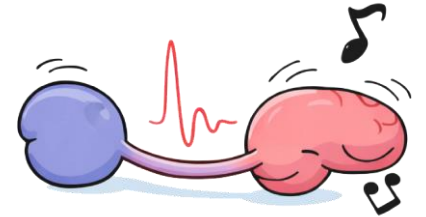
외이는 소리를 모아주고



고막과 이소골은 소리를 크게 하고



달팽이관의 유모세포가 소리를  
전기신호로 바꾸고



전기신호는 청신경을 통해  
뇌로 전달

- 소음은 내이(특히 달팽이관)의 감각세포 손상을 유발하여 각종 손상을 발생시킴
  - ▶ 내이 : 청신경으로 소리를 전달하는 부위

#### 소음이 청각에 미치는 영향

청력손실 **소음성난청**

귀속에 심한 잡음 **이명**

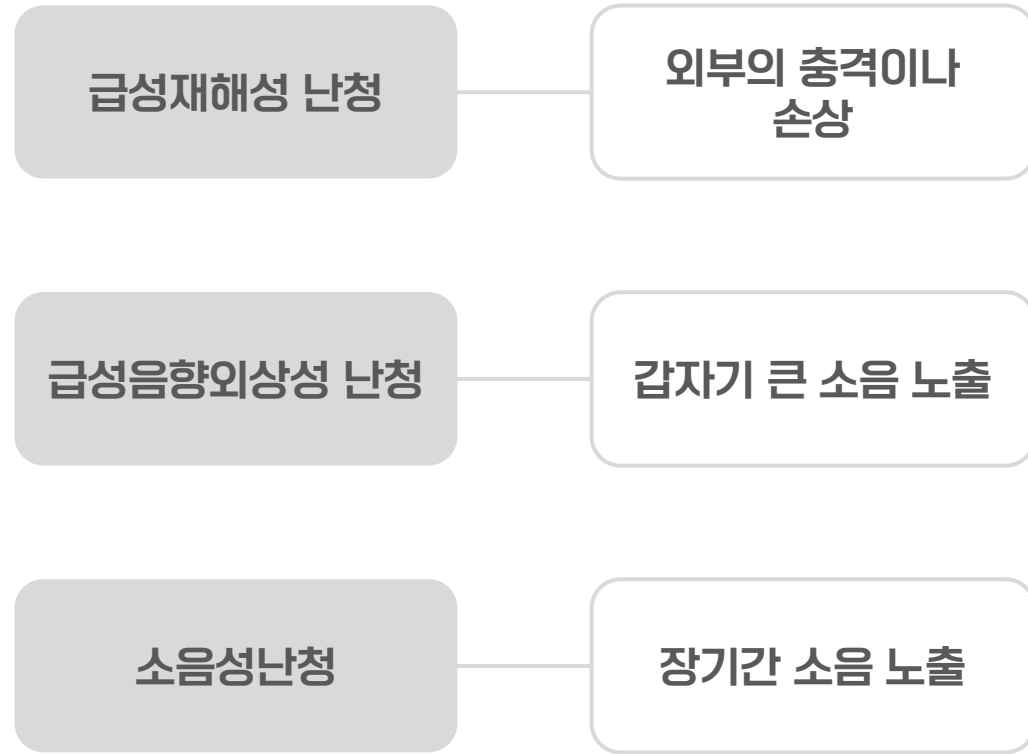
귀가 아픈 통증 **이통**

## IV. 금속가공업 소음관리

▶ **참고** 최근 소음성난청으로 인한 업무상 재해 인정률 지속 증가 추세



### ○ 청력 손상 업무상 재해 인정



### ○ 특수건강진단결과 소음성난청 건강이상자 현황

(단위: 명)

연 도	2021년	2022년	2023년	2024년
소음성난청 요관찰자(C1)	133,390	157,507	176,906	176,111
소음성난청 유소견자(D1)	16,285	23,166	29,289	31,708
합 계	149,675	180,673	206,195	207,819

## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 소음성난청 발생기전

#### 1 청각세포의 기계적 손상

- ▶ 큰 소리에 의한 유모세포의 섬모 파손 또는 파괴
  - 즉각적인 청력 손실 발생 가능
  - 주로 충격 소음에서 흔히 발생

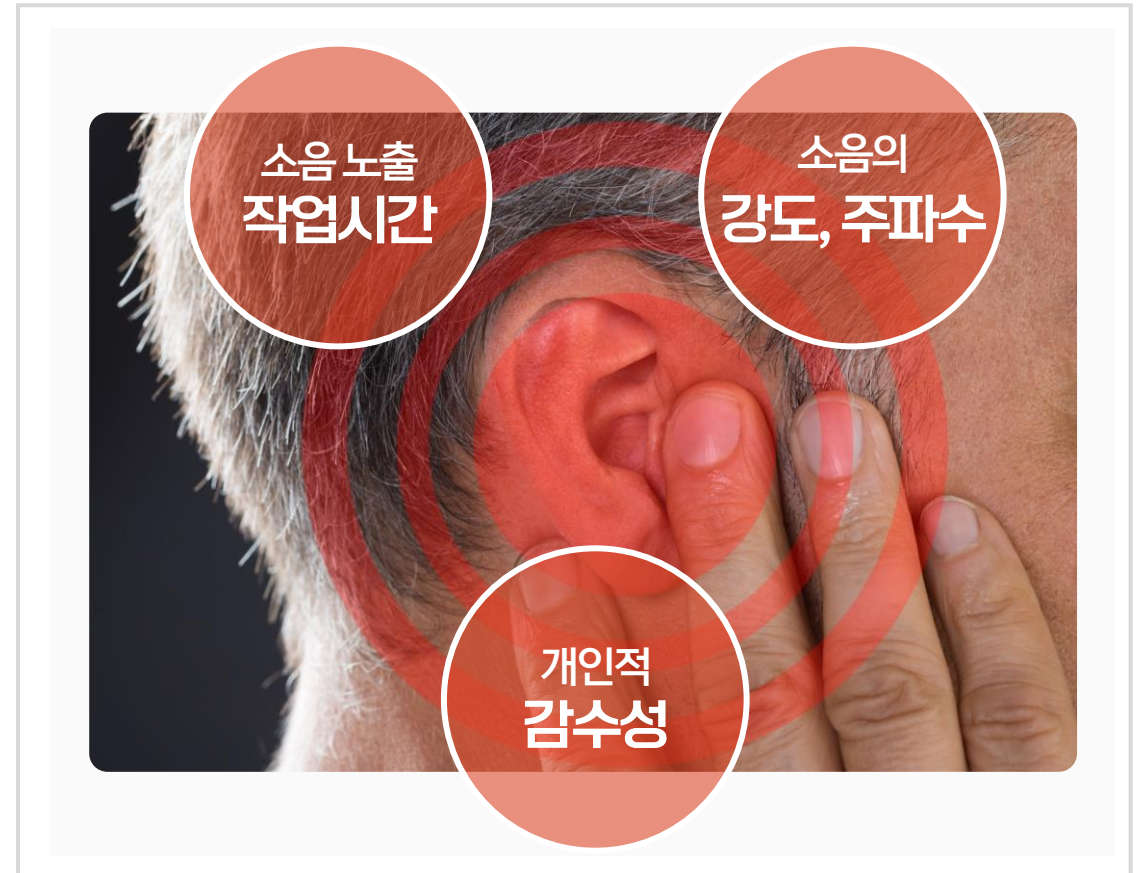
#### 2 청각세포의 대사성 손상

- ▶ 장시간 소음 노출에 의한 세포 피로 누적 및 기능 저하
  - 누적 손상으로 서서히 진행
  - 초기 자각이 어려움

#### 3 청각세포의 신경 손상과 퇴화

- ▶ 소음에 의한 스트레스 발생으로 내이 혈관 수축
  - 산소, 영양 등 공급 감소로 회복 능력 저하

### ▶ 소음성난청 발생 요인



## IV. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력 손실의 종류



#### 1. 일시적인 청력 손실 (TTS : Temporary Threshold Shift)

##### 정의

- > 청신경 세포의 가역적인 피로현상
- > 강렬한 소음에 노출된 후 보통 2시간 이후에 주로 발생하는 현상
- > 평균 20~30 dB 청력손실 발생 후 회복하는데 12~24시간 소요

##### 발생원인

- > 영구적 소음성난청의 경고신호  
예) 사격장, 광산(다이너마이트 폭발 등) 등 기계소음 노출, 귀 염증에 의한 질병, 극심한 스트레스 또는 운동 등



## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력 손실의 종류



#### 2. 영구적인 청력 손실 (PTS : Permanent Threshold Shift)

##### 정의

- > 청신경 세포의 비가역적 손상

##### 발생원인

- > 일시적인 청력손실 반복으로 발생
- > 불완전한 회복상태가 지속됨에 따라 피해가 축적

고소음에 장기간 반복 노출되어  
영구적으로 감각신경성 청력손실 발생



## IV. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력 손실의 종류



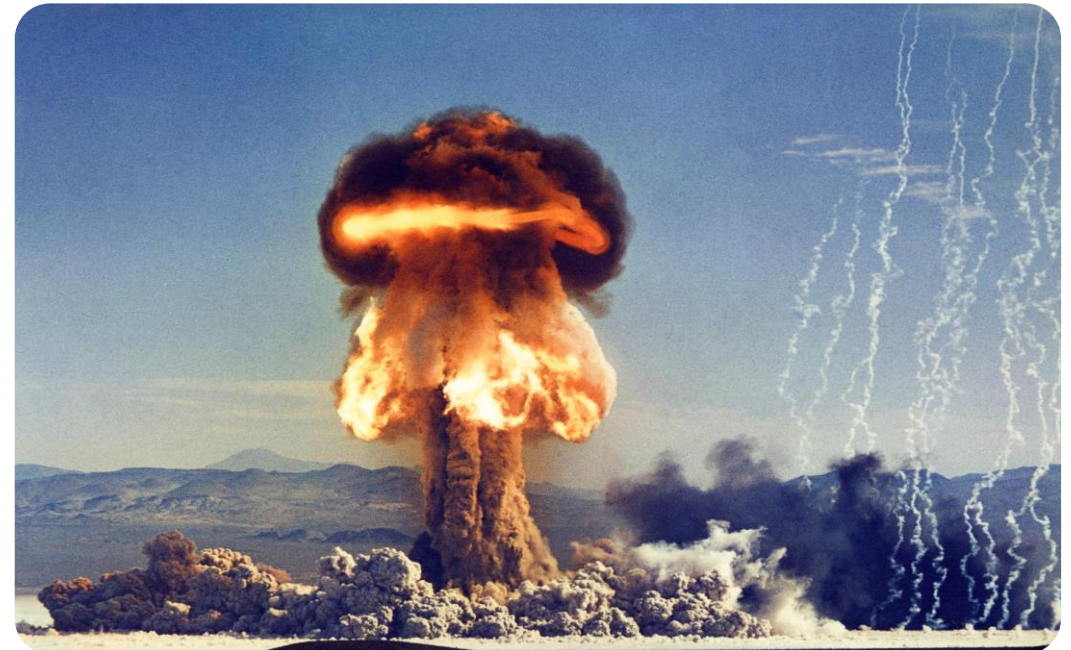
#### 3. 음향성 외상 (Acoustic Trauma)

##### 정의

- > 매우 큰 소음에 단시간 노출되어 내이(달팽이관)의 유모세포가 즉시 손상되는 급성 청력 손상

##### 발생원인

- > 125dB 이상의 고소음에 순간 또는 단시간 노출  
Ex) 예기치 못한 기계음, 총포류의 폭발음, 파열음 등



## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력 손실의 종류



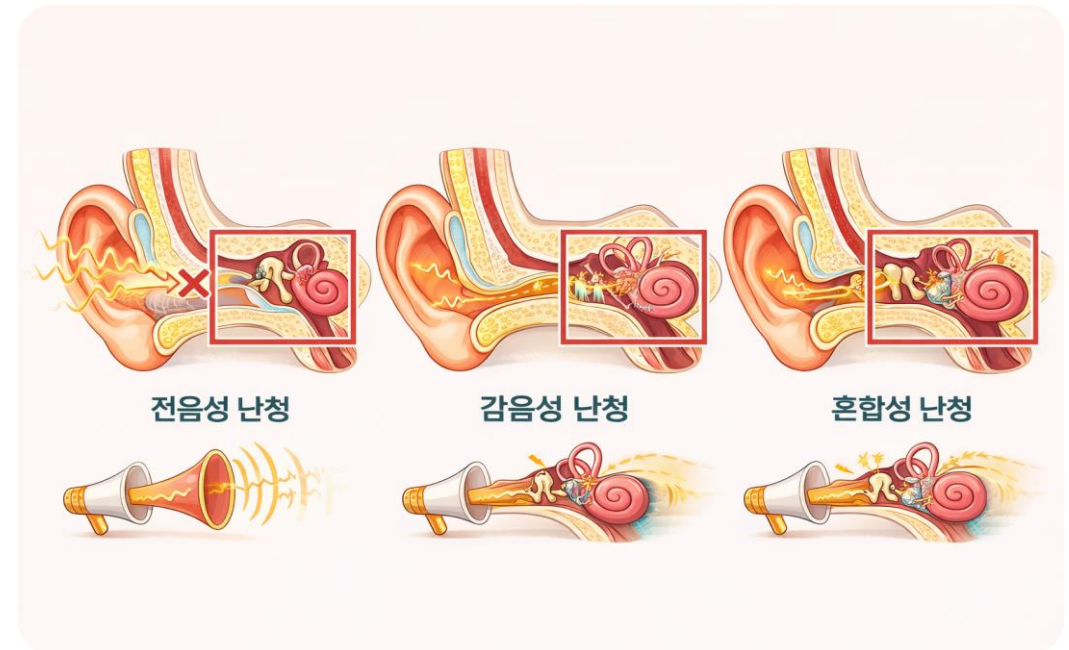
#### 4. 소음성난청

##### 정의

- > 주로 소음작업에 오래 근무한 노동자들에게 나타나는 현상

##### 발생원인

- > 지속적인 고강도 소음 노출, 장기간 소음 반복 노출, 충격 소음 반복 노출, 개인요인 등에 의해 발생  
Ex) 예기치 못한 기계음, 총포류의 폭발음, 파열음 등



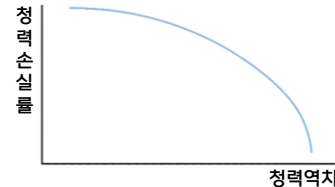
## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력 손실 증상 : 소음성난청



#### 1. 점진성 : 서서히 진행

- > 장시간 소음 노출 시 천천히 청력 저하  
→ 초기에는 자각 증상이 거의 없을 수 있음  
(즉, 느끼지 못하더라도 진행되고 있음을 의미)
- > 소음 노출 중단 시 청력손실 진행 중단

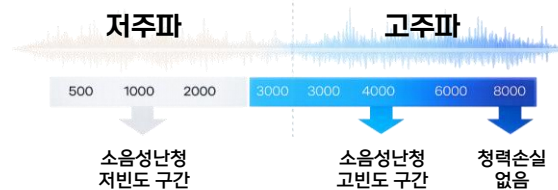


#### 2. 비가역적 손상 : 회복불가

- > 초기 일시적 청력저하(TTS) 시 휴식 후 회복 가능하나, 반복 노출 시 영구적 청력저하(PTS)로 진행
- > 내이 유모세포는 손상 시 재생되지 않기 때문에 한 번 손상되면 영구적 청력 손실 우려
- > 손상이 누적되면 휴식으로도 회복되지 않음 → 치료보다 예방이 매우 중요

#### 3. 특징적 패턴 : 고주파부터 손상

- > 3 ~ 6 kHz 영역(특히 4kHz)에서 먼저 손상



#### 4. 대칭성 : 양측성 난청

- > 대부분 양쪽 귀에 비슷하게 발생

## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력 손실 증상 : 이명



#### 1. 이명 정의

- > 귀에 들리는 소리에 대한 주관적 느낌으로 난청, 현기증과 더불어 중요한 청각 증상 중 하나
    - 소리 자극 없이 한쪽 혹은 양쪽 귀에서 소리를 느끼는 상태
    - 신체 내부에서 들리는 원치 않는 청각적 자극
- ▼
- 타각적 증상이 아닌 자각적 증상

#### 2. 이명 원인

- > 정신적인 요소로 추정 (직접적, 구체적인 검사불가능)
  - 이명 유발 인자
    - 산업 발달에 의한 소음 환경증가 (기계, 설비 등 거대화), 고령화
    - 사회 진입, 약물 남용 등

#### 3. 이명과 난청의 연관성

- > 이명 = 소음에 노출되는 노동자의 주요 증상 중 하나  
→ 이명과 난청을 동반하는 경우 발생
- > 향후 청력 관련 신체 장애의 경고 증상

### ○ 일반 건강장애 발생 및 일상생활 피해

- > 고혈압, 스트레스, 정신장애 등 급격히 유발
- > 업무 능률 저하, 수면 및 대화 방해 등 일상생활 피해 발생
- > 심장 및 순환기계, 내분비계, 신경계, 소화기계 등 건강 장애 발생

## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력보존프로그램



#### 1. 정의

- ▶ 소음성난청의 예방 및 관리를 위한 종합 안전관리계획

#### 2. 세부항목

- ▶ 소음 노출 평가 및 노출 수준에 따른 공학적 대책
- ▶ 청력보호구 지급과 착용
- ▶ 소음 유해성 및 예방에 관한 교육 실시
- ▶ 정기적 청력 검사 수행
- ▶ 기록 및 관리사항 등

▶ 청력보존프로그램은  
예방차원으로 실행하는 것이 매우 효과적



## Ⅳ. 금속가공업 소음관리

### ▶ 청력보존프로그램 \_ 안전관리 대책



### 3. 관리적 대책

- ▶ 90dB 이상 강렬한 소음 작업이나 충격 소음작업 장소에 필요
  - 해당 작업장의 발생 원인 조사
  - 청력손실 재발방지 대책 및 관리방안 마련
    - 고소음 기계, 기구 등을 저소음형으로 대체
    - 소음발생 시설 밀폐 또는 흡음방식 활용
    - 거리, 격벽 등 이용하여 소음 감소 조치 실시
    - 음파의 물리적 성질과 장애물을 이용하여 소음 효과 저하
  - 수립 대책의 이행 여부 확인
  - 작업전환 등 의사소견에 따른 조치
  - 작업성질 상 소음 감소 조치가 어려운 경우 개인보호구 착용

### 4. 수음자 대책

- ▶ 소음 수준과 건강관리 사항 주지(근로자의 알 권리 보장)
  - 작업장소 소음 수준, 인체에 미치는 영향 및 증상, 청력보호구 착용 방법 등에 대하여 공지 실시
  - 개인 보호구(귀마개, 귀덮개 등) 지급 및 착용  
(참고) 일반적인 청력보호구 착용 환경...?
    - 1m 거리에서 대화 시 목소리를 높여야 하는 경우
    - 소음 노출 이후 귀에서 울림 현상이 있는 경우
    - 소음 노출 장소를 벗어나도 약하게 들리는 경우

## IV. 금속가공업 소음관리

### ▶ 귀마개 착용 원칙



- ▶ 청결상태 유지(손, 귀마개)
- ▶ 지속적인 착용(85dB(A) 이상)
- ▶ 올바른 착용 방법(밀착상태 유지)
- ▶ 편안한 착용감(사용자의 선택권)



## IV. 금속가공업 소음관리

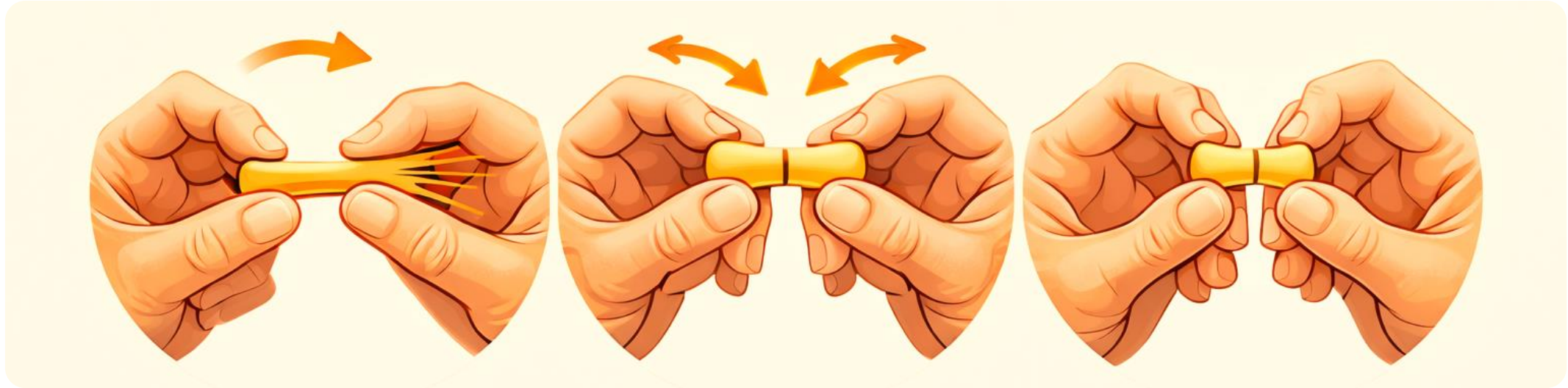
### ▶ 폼형 귀마개 착용방법



롤 다운 단계 (Roll-down)

삽입 단계 (Insertion)

홀딩타임단계 (Holding Time)



폼형 귀마개를 한 손에 잡고 손 끝을  
활용해서 가늘게 되도록 굴러주는 방법

손가락 강도가 약한 사람은 양손  
엄지 손가락과 집게 손가락 사용

두 손 끝을 모아 한 개의 귀마개를  
굴러주는 방식

## IV. 금속가공업 소음관리

### ▶ 폼형 귀마개 착용방법

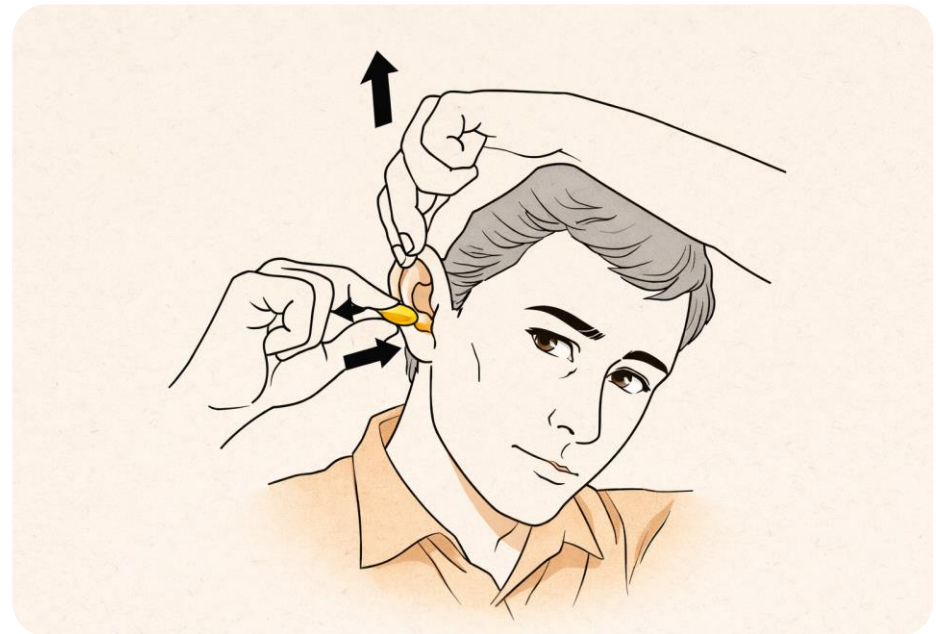


롤 다운 단계 (Roll-down)

삽입 단계 (Insertion)

홀딩타임단계 (Holding Time)

- > 오른쪽 귀에 착용시 플러그를 오른손에 잡고, 왼손을 사용하여 오른쪽 귀의 귓바퀴를 측상방으로 잡아당겨 외이도 구멍 확장
- > 왼쪽 귀에 착용시 플러그를 왼손에 잡고, 오른손을 사용하여 왼쪽 귀의 귓바퀴를 측상방으로 잡아당겨 외이도 구멍 확장



## IV. 금속가공업 소음관리

### ▶ 폼형 귀마개 착용방법

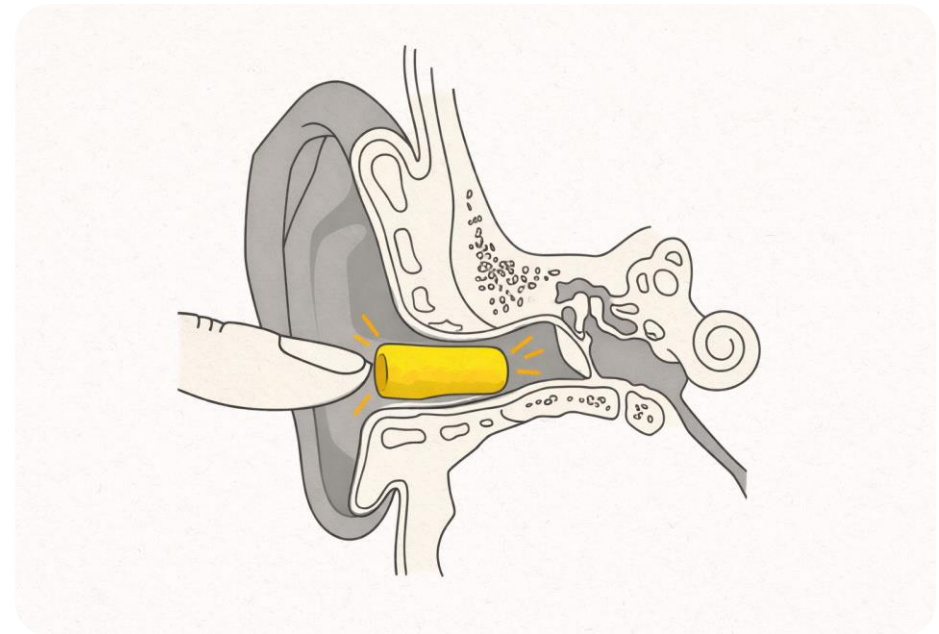


롤 다운 단계 (Roll-down)

삽입 단계 (Insertion)

홀딩타임단계 (Holding Time)

- > 귀마개가 완전히 부풀 때까지 손가락 끝으로 눌러 수초간 기다림
- > 제조사에서의 귀마개 매뉴얼 참고
- > 미끄러지거나 빠져나가지 않게 밀착도를 향상시켜 차음도를 높임



“내 일터 안전하게,  
내일 더 행복하게”

Thank you for your listening

**경청해주셔서 감사합니다.**