

# 안전보건교육 자료

2017. 3.



## 서울도시철도공사

| 화기작업의 정의 및 위험성

# 1. 화기작업의 정의

용접, 용단, 연마, 드릴 등 화염 또는 스파크를 발생시키는 작업 또는 가연성물질의 점화원이 될 수 있는 모든 기기를 사용하는 작업을 말함

# 2. 위험성

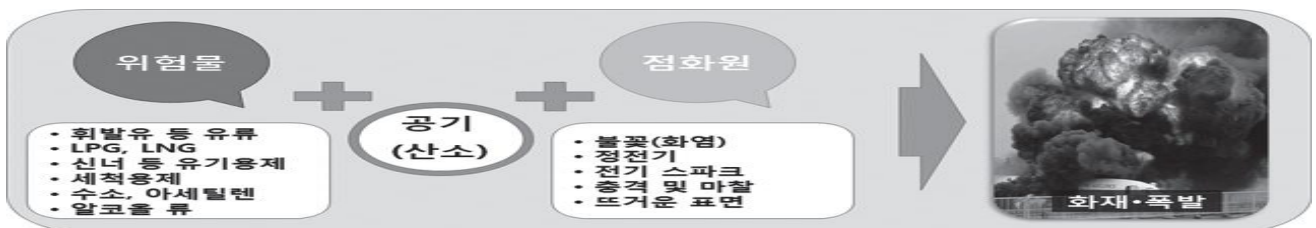
- ① 인화성 물질을 취급하는 공정·설비와 인화성 물질이 발생 가능한 장소에서의 정비·유지 보수 는 화기작업에 의한 화재·폭발 위험이 있음
- ② 화재·폭발에 따른 2차 재해 발생(떨어짐, 무너짐 등)

# 3. 위험요인

- ① 용접·용단 작업
  - 가) • 용접·용단 작업은 주변에 인화성 물질이 존재하지 않더라도 고온의 불꽃, 불티의 비산이나 열로 인해 화재를 일으킬 수 있음
- ② 연마·드릴작업
  - 나) • 연마나 드릴작업은 인화성 물질이 존재하는 경우, 작업 중 발생하는 높은 마찰열이나 스파크가 점화원으로 작용하여 화재를 일으킬 위험이 있음

용접·용단 작업시 발생하는 비산불티의 특성	
1	용접·용접 작업시 불티가 발생
2	비산불티는 풍향, 풍속에 따라 비산거리가 달라짐
3	비산불티는 1,600도 이상의 고온체임
4	발화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 직경0.3~3mm 정도임
5	가스 용접시 산소 입력, 절단속도 및 방향에 따라 비산불티의 양과 크기가 달라짐
6	비산된 후 상당시간 경과 후에도 축열에 의해 화재 위험

- ③ 유증기 등 인화성 물질이 존재하는 공간에서 작업하거나 인화성 물질 취급
  - 다) • 인화성 물질 취급작업은 불꽃이나 정전기, 스파크 등이 점화원으로 작용하여 화재를 일으킬 위험이 있음



## II 화기작업에 따른 안전작업

### 1. 작업 전 안전작업방법

- ① 화기작업이 이루어지는 지역 인근에 인화성 물질이나 독성 물질이 존재하는지

가스 농도를 측정하여 감지될 경우 원인규명 및 허용농도를 초과할 경우 작업금지

- ② 대상 설비 및 배관 인근의 설비와 차단이 필요한 경우에는 연결배관을 해체
- ③ 대상 설비 및 배관 인근의 설비와의 연결배관을 해체할 수 없는 경우, 차단밸브를 차단하고 밸브잠금 표시 및 맹판 설치 표지를 부착하여 실수에 의한 개방 방지
- ④ 밀폐공간에서 작업하는 경우 환기유량이 충분한지 환기량 평가 및 측정을 통해 확인
- ⑤ 화기작업용 가스공급 배관이 눌림이나 꼬임 등에 의해 파손되지 않도록 주의

## 2. 작업 전 위험물의 제거(인화성물질 취급이나 배관 화기작업의 경우)

- ① 배관 및 설비 내부의 물질을 안전한 장소로 배관을 통해 완전히 비워야 함. 이때 하수로나 개방된 공간으로 누출 금지
- ② 배관 및 설비 내부를 물, 스팀 혹은 적합한 용제를 사용하여 청소하여야 하며, 이때 세정이 안전하게 수행 되도록 위험성평가를 통해 안전한 관리방법 및 대책을 수립
- ③ 배관 및 설비 내부의 휘발성 물질 및 가스는 공기나 스팀을 불어넣어 제거하고 가스 검지기(누출탐지기)로 내부농도를 측정하여 허용농도 이하임을 필히 확인
- ④ 배관 및 설비 내부에 고체나 비휘발성 물질의 잔류여부는 거울이나 손전등 등을 이용하여 확인
- ⑤ 배관 및 설비에 인접하여 화기작업을 하는 경우, 인근 배관 및 설비 내의 위험물질을 완전히 비우거나 연결배관을 해체하여 작업
- ⑥ 화기작업을 수행하기 전에 화기작업허가서를 발행하고 작업 실시(권고)

## 3. 작업 중 안전작업방법

- ① 작업환경 변화에 대한 지속적인 모니터링 점검 필요
  - 라) • 작업 중에도 측정대상 가스와 산소의 연속적인 측정 및 안전조치 사항의 수시확인 등이 필요
  - 마) • 인근 설비나 배관에서 인화성물질이 취급되는 경우, 작업 전 및 작업 중 인화성 물질의 가스농도를 계속 측정하고 이상징후 발생 시 작업을 중단하고 개선조치 후 안전을 확보한 상태에서 작업재개
  - 바) • 화기작업 중 휴식 등의 사유로 작업이 중단된 경우, 작업을 재기하기 전

에 인화성 물질의 가스농도를 측정하여 허용농도 이하임을 확인

② 화기작업장소의 관리 철저

- 사) • 관계자 외의 출입을 금지하고, 작업 입간판(표지판) 설치
- 아) • 불필요한 가연성 물질은 화기작업 구역 외로 위치시키고, 개방된 맨홀과 하수구 등을 밀폐
- 자) • 작업 중 용접불티 등에 의한 화재가 발생하지 않도록 용접불티 비산불티방지 덮개, 용접방화포 등을 설치
- 차) • 밀폐공간에서 화기작업을 하는 경우, 환기설비를 가동하여 신선한 공기를 공급하고 유해가스의 농도를 지속적으로 측정하고 모니터링 함



환기실시



접지실시



배관본당접지



제전복 착용



접지클램프 활용



불꽃비산 방지조치

### III 비상대책 및 교육

#### 1. 비상조치계획 등 대책 마련

- ① 작업 중 화재가 발생한 경우 신속하게 소화할 수 있는 장비를 비치
- ② 작업 중 발생한 경우 신속한 대피방법을 숙지하고, 대피로 등을 확인한 후 작업 시작

#### 2. 작업 전 작업계획서의 작성 및 해당 근로자 교육 강화

- ① 화기작업 영향구역 내에서 취급되는 물질에 대한 정보 공유
- ② 화기작업 영향구역 내에서 차단이 필요한 설비, 배관, 맨홀 및 하수구 등에 대한 정보 공유

- ③ 화기작업 위험성평가 결과에 따른 위험요인과 안전대책 작성
- ④ 작업시간 및 작업 표지의 내용과 부착
- ⑤ 필요한 개인보호구, 불티비산방지덮개 및 소화장비 등의 수량
- ⑥ 비상조치 및 대피방법

### 3. 외부 협력업체에 대한 정보공지 및 관리강화

- ① 외부 협력업체 근로자가 화기작업을 실시하는 경우, 화기작업계획서의 내용과 근로자가 그 내용을 충분히 숙지하고 있는지 여부를 확인
- ② 화기작업 구역에 관리책임자를 배치한 후에 작업이 진행되도록 관리감독 강화

## IV

### 화기허가서 발급 및 승인 시 확인사항

#### 1. 작업현황

- ① 화기작업내용, 공사업체명, 공사기간, 관리부서, 관련도면의 적정여부 확인
- ② 작업현장 및 공사내용에 따른 위험성 파악
  - 카) • 화기작업으로 영향을 미치는 구간 파악
  - 타) • 작업대상물과 영향범위 내에 유해위험물의 존재여부, 존재구간 파악
  - 파) • 공정조건에 따른 특별 위험의 존재여부 파악
  - 하) • 화기작업에 수반되는 다른 위험작업의 존재 여부 확인 (고소작업 정전작업 밀폐공간 작업 등)
  - 거) • 우선승인과 현장조치가 필요한 작업허가의 구분
- ③ 화기작업 전 안전을 확보하기 위한 항목 확인
  - 너) • 작업구역 설정, 통행 및 출입제한
  - 더) • 작업 대상기기 및 작업구역 내 가연성, 독성물질 가스농도 측정
  - 러) • 불꽃을 발생하는 내연 설비의 장비나 차량 등의 출입제한
  - 머) • 배관 및 용기 내의 위험물질의 방출 및 처리 후 가스농도 측정
  - 버) • 측정주기 및 측정치의 적정 여부 파악
  - 서) • 작업 전 밀폐공간 내의 공기를 신선한 공기로 치환
  - 어) • 비산불티방지덮개 설치로 용접불티 등의 비산 방지
  - 저) • 작업 전 작업 중 안전상태를 확인 할 수 있는 관리책임자 입회
  - 처) • 소화장비의 비치 및 개인 안전보호구 지급
- ④ 화기작업 중 안전을 확보하기 위한 항목 확인
  - 커) • 주변 작업조건변동 및 위험물질의 유입 여부 확인

- 터) • 작업 중 지속적인 인화성 가스 측정
- 퍼) • 작업 관계자 외 인원의 출입통제
- 허) • 불꽃으로 인한 주변의 화재발생 가능성 지속적인 확인
- ⑤ 화기작업 후 안전을 확보하기 위한 항목 확인
  - 고) • 화기작업 불꽃의 완전한 제거 여부
  - 노) • 공정 책임자의 이상 유무 확인
  - 도) • 현장 및 작업도구의 정리정돈
  - 로) • 필요시 맹판 제거 및 공정복구
- ⑥ 화학공장 정비보수 시 안전을 확보하기 위한 항목 확인
  - 모) • 작업시작전 공정유체의 제거·퍼지·차단 여부 확인
  - 보) • 기름·스케일·슬러지류가 취급된 배관 퍼지 시에는 스팀 사용
  - 소) • 독성·가연성가스를 취급하는 경우 작업 전 가스누출 여부 확인
  - 오) • 잔존물을 탱크로리로 이송 시 철제호스를 사용하고 반드시 접지
  - 조) • 퍼지 완료 부위는 확인완료 표시를 하고, 개방된 곳을 표기

**V 산업안전보건기준에 관한 규칙 내용 중 일부별첨(화재폭발로 인한 위험예방)**

1. 제32조(보호구의 지급 등)
2. 제232조(폭발 또는 화재 등의 예방)
3. 제233조(가스용접 등의 작업)
4. 제234조(가스등의 용기)
5. 제239조(위험물 등이 있는 장소에서 화기 등의 사용 금지)
6. 제240조(유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등)
7. 제241조(통풍 등이 충분하지 않은 장소에서의 용접 등)

**VI 중대재해사례**



<기인물 : 드럼용기>



<재해상황도>

### 1. 재해발생과정

'14. 9월 경기도 평택시 소재 산업용설비 생산 사업장에서 피해자가 인버터용접기를 이용하여 페드럼 용기 상판 제거 작업 도중 용기가 폭발하면서 드럼 상판에 얼굴을 맞고 사망한 재해임

### 2. 재해발생원인

· 화재·폭발 위험이 있는 물질을 보관한 용기의 내용물을 완전히 제거하지 않은 채 주입구와 통기구를 모두 닫은 상태에서 화기작업을 실시함

### 3. 동종재해 예방대책

· 화재·폭발 위험이 있는 물질이 잔재할 가능성이 있는 용기는 내용물을 완전히 제거하고 내부를 깨끗이 세척한 후 드럼용기의 마개를 개방한 상태에서 화기작업을 실시해야 함

· 내용물은 통풍, 환기 또는 불활성 가스로 치환하거나 물 등을 드럼용기 내에 가득 채워 잔류물질과 증기를 제거하는 방법으로 확실히 제거해야 함

※ 관련법규

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제240조(유류 등이 있는 배관이나 용기의 용접 등)

# 미세먼지의 개념과 예방법

## I. 미세먼지 정의

미세먼지는 여러 가지 성분을 가진 대기 중에 떠다니는 부유 물질이다. 대부분 자동차의 배기가스, 발전소나 공

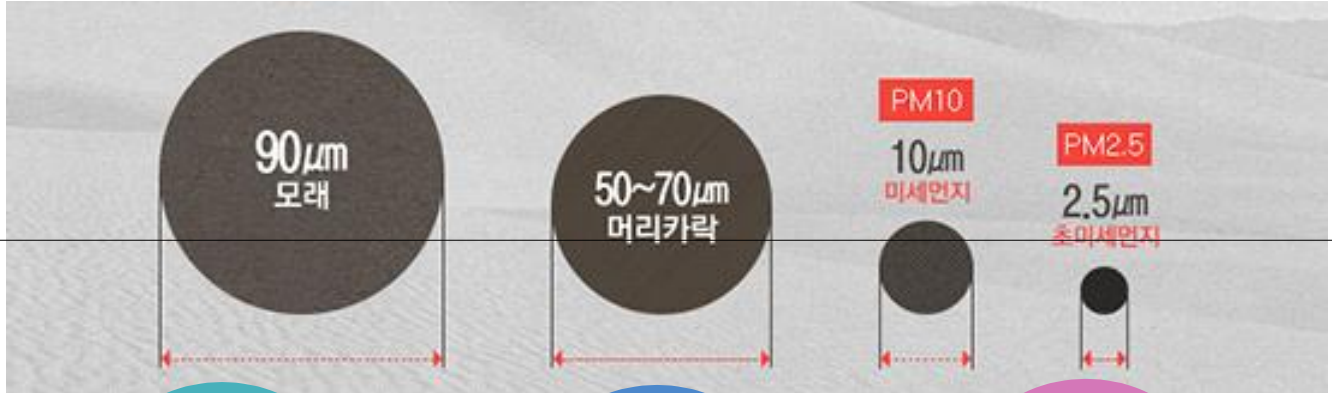
장에서 배출되는 연소가스, 혹은 요리 과정이나 흡연으로부터 발생한다. 공기 중에 떠다니는 먼지 중 지름이 10마이크로미터( $\mu\text{m}$ )보다 작은 입자를 미세먼지라 하고,  $2.5\mu\text{m}$  이하의 입자를 초미세먼지라 한다. 미세먼지에 흡착된 중금속, 유기탄화수소, 질산염, 황산염 등은 크기가 매우 작아 호흡기의 깊은 곳까지 도달할 수 있고, 혈액을 통해 전신으로 순환하면서 신체에 영향을 줄 수 있다.

## <미세먼지 크기비교>

세계보건기구(WHO)는 미세먼지를 1군 발암물질로 분류했을 정도로 위험성을 경고한 상태이다. 이런 가운데 옥외 장소나 폐쇄된 사무실에서 근무하는 직종은 미세먼지의 영향권에 고스란히 노출되어있다. 대기오염에 관한 적극적인 정책 개선과 함께 작업환경을 위한 안전 대책 마련이 필요하다.

## II. 미세먼지의 건강영향

미세먼지로 인하여 증상이 악화될 수 있는 호흡기 질환은 기관지염과 천식 등이다. 기관지염은 기관지에 염증이 발생하여 상당기간 기침, 가래, 그리고 심한 경우 호흡곤란이 생길 수 있는 질환이다. 천식은 거친 숨소리, 호흡곤란 등이 주요 증상이다. 대개 꽃가루나 집먼지 진드기와 같은 천식유발물질에 의하여 발생되지만, 미세먼지 농도가 높으면 천식을 더 잘 유발하거나 악화시킨다. 이 외에도 폐암, 급성 하기도 폐질환, 만성 폐쇄성 폐



질환 등과 같은 만성 호흡기 질환을 일으킬 수 있다.

미세먼지는 호흡기 질환 외에 심혈관 및 뇌혈관 질환의 발생도 증가시키고 이로 인한 사망위험도 높인다. 미세먼지에 의해 유발되는 중증이나 허혈성 심장질환, 추된 중증질환은 호흡기 질환보다 더 큰 것으로 알려져 있다. 한편 미세먼지는 눈을 자극할 수 있는데, 결막염, 안구 통증, 이물감, 눈곱, 가려움, 충혈 등의 증상을 보인다. 피부도 자극하여 가려움, 따가움, 발진, 반열, 부조 등의 증상을 초래할 수 있다. 최근에는 미세먼지가 우울증이나 치매와 같은 질환을 악화시키는 것으로 보고되었다.

미세먼지의 건강영향은 먼지의 크기, 하루 중 활동양상, 노출되는 사람의 감수성 등 다양한 요인에 따라 달라질 수 있다.



● **미세먼지 마스크 등급별 효과** (KF = Korea Filter)

- ※ 숫자가 커질수록 차단 성능은 높아지지만 호흡이 쉽지 않은 불편함도 있음
- ※ 식약처는 마스크 등급을 분진포집효율 안면부흡기저항 누설률에 따라 매김

# KF80

평균 0.6 $\mu$ m 입자를 80% 이상 차단

# KF94

평균 0.4 $\mu$ m 입자를 94% 이상 차단

< 미세먼지 PM-10 예보 등급 >

※ 예측농도( $\mu$ g/ $m^3$ ·일)

구간	중음	보통	약간 나쁨	나쁨	매우나쁨	
예측농도 ( $\mu$ g/ $m^3$ ·일)	0~30	31~80	81~120	121~200	201~300	301~
행동 요령	어린이, 노인 등	-	장시간 실외활동 가급적 자제	무리한 실외활동 자제요청 (특히 호흡기, 심질환자, 노약자)	실외활동 제한	실내생활
	일반인	-	-	장시간 무리한 실외 활동 자제	실외활동 자제	실외활동 자제

※ 미세먼지 PM-10 환경기준 : 24시간 100  $\mu$ g/ $m^3$ , 연간 50  $\mu$ g/ $m^3$

<출처: 환경부 제공>

첫째, 흡입된 미세먼지의 공기역학적 크기(aerodynamic diameter)에 따라 인체 내 분포와 침착 정도가 달라지는데, 크기가 작을수록 폐 깊숙이 들어가고 독성도 강하다.

예를 들어 지름이 2.5 $\mu$ m 이하인 초미세먼지는 이보다 큰 미세먼지보다 건강에 미치는 영향이 더 크다.

둘째, 하루 중 주된 활동공간이 실내인지 혹은 야외나 도심거리인지에 따라 미세먼지에 노출되는 양상이 달라지고, 이에 따라 건강영향도 다르게 나타날 수 있다.

셋째, 미세먼지에 대한 감수성은 유전적 특성과 대상인구의 취약성에 따라 달라지는데, 어린이, 노인 그리고 기

● **마스크 바르게 사용하기**

- ① 일반 면 마스크는 미세먼지 및 유해물질 차단 효과가 없으므로 의약외품, 식약처 허가, 황사방지, 황사마스크, KF 표시가 있는지 확인 후 착용할 것
- ② 세탁할 경우 마스크의 모양이 변형되고, 정전기 흡착 기능이 사라짐과 동시에 필터 기능이 약해지므로 금지할 것

존에 심장이나 폐에 질환을 가진 사람들이 더 큰 영향을 받는다.

예를 들어 만성 호흡기 질환자는 건강한 사람에게 하찮을 수도 있는 미세먼지 노출에 의해서도 증상이 크게 악화될 수 있다.

### III. 미세먼지 농도 별 행동요령

예보내용이 '약간 나쁨' 이상인 경우 대기오염 취약계층은 가급적 외출시간을 줄이고 외출시 황사마스크나 손수건으로 코와 입을 가리는 것이 좋다. 특히 마스크는 눈에 보이지 않을 정도로 입자가 작은 황사까지 걸러낼 수 있는 황사용 마스크를 고르는 것이 효과적이다.

### IV. 미세먼지 예방법

#### 1) 외출 시 주의

사람이 흡입하는 미세먼지의 양은 활동의 강도와 시간에 비례하기 때문에 미세먼지 농도가 높을 때에는 외출을 자제하는 것이 좋다. 부득이 외출을 해야 할 경우에는 신체 노출부위를 최소화 할 수 있도록 긴소매 옷을 입고 마스크를 착용하는 것이 바람직하다. 외출했다 귀가 한 후에는 샤워, 세수, 양치질을 하여 몸에 남아 있는 미세먼지를 제거해주어야 한다. 특히 눈·목·코 안의 점막을 세정하는데 각별히 신경 써야 한다. 미세먼지의 농도가 매우 높은 날에는 콘택트 렌즈보다는 안경을 쓰는 것이 좋지만, 콘택트 렌즈를 쓰는 경우에는 소독 및 세정 관리를 철저히 해야 하며 장시간 착용을 피해야 한다.

#### 2) 미세먼지 농도 정보 확인

고농도 대기오염으로 인한 국민건강 피해를 저감할 수 있도록 전국 단위의 국가 대기오염 예보제가 환경부 주체로 실시되고 있다. 미세먼지 예보결과는 일기예보, 환경부 에어코리아 홈페이지, 스마트폰, SMS문자메시지 등을 통해 확인할 수 있으니 실시간 정보를 확인하여 활용해 보는 것이 좋다.

#### 3) 수분 및 음식 섭취

몸에 수분이 부족하면 호흡기 점막이 건조해져 미세먼지 성분이 더욱 쉽게 침투할 수 있기 때문에 충분히 물을 마시는 게 좋다. 또한 물은 미세먼지에 붙어 몸으로 들어온 유해물질이 잘 배출되도록 도와준다. 과일과 채소를 먹으면 미세먼지 성분이 몸에 나쁜 영향을 미치는 것을 막는데 도움이 된다. 이는 미세먼지 속 유해화학물질과 중금속이 몸에서 산화스트레스와 염증을 증가시키지만 과일과 채소에 들어 있는 비타민이 항산화 작용을 하면서 이를 막아주기 때문이다.

#### 4) 실내공기 관리(환기 및 공기청정기)

생활환경에서 미세먼지의 노출을 줄이고 호흡기 질환을 예방하기 위하여, 공기청정기를 사용하는 것도 하나의 대안이 될 수 있다. 하지만 공기청정기가 반드시 미세먼지 농도를 낮추고 질병을 예방한다고 과신해서는 안 된다. 환기 및 실내 청결유지 등 생활습관이 따르지 않은 상태에서 공기청정기만으로 미세먼지 감소 효과를 기대하기는 어렵다. 공기청정기는 주기적으로 필터를 교체하는 등 적절히 관리하지 않으면 오히려 생활환경에 좋지 않은 부작용을 초래할 수 있으므로 주의해야 한다.

● 미세먼지 예방법



개인위생 점검



과일, 채소 섭취



마스크 착용



충분한 수분 섭취



바깥 공기 차단