

# 개인 보호구-호흡기

## 1. 서언

모든 산업의 작업장에서의 유해 화학물질의 노출은 다양한 안전기술 및 엔지니어링 제어 방법으로도 완전하게 제거할 수는 없다.

그러므로 작업자들은 작업하는 동안 다소의 유해물질 노출에 직면하게 된다. 또한 기계의 고장이 발생할 수 있고, 때로는 수리 및 정비 작업을 오염된 환경에서 수행할 수밖에 없음을 염두에 두어야 한다.

이와 같은 경우에 대기 오염물의 농도는 노출허용기준치를 초과할 수도 있어, 본질적으로 작업자가 호흡기 보호장비를 착용해야 하는 경우도 있다.

이와 같은 노출은 화학물질의 수동 취급 및 운반시에도 일어날 수 있다. 호흡기 보호장비는 최후의 수단 또는 구급용 보호로써 간주되어야 하며, 절대로 효과적인 엔지니어링 제어방법을 대신해서는 안 된다. 따라서 최후의 방어선으로 가장 신뢰할 수 있어야 하며, 사용자에게 안전에 대한 불안감을 주어서는 안 된다. 화학물질의 독성 효과는 잠재 위험성의 특성 및 정도에 따라 달라진다는 것은 널리 알려진 사실이다. 그러므로 각각의 작업상황에 대해서는 그 작업에 적합한 다른 종류의 호흡보호장비를 요구하여 사용해야 한다.

## 2. 호흡기 보호에 대한 위험성의 분류

산업현장에서 작업자가 노출될 수 있는 여러 가지 위험성 형태에 따라 올바른 호흡기 보호장비의 선택시 고려해야 할 사항이 있다.

이들 위험성은 다음과 같이 분류될 수 있다.

- ① 산소결핍 작업 환경
- ② 기체상 또는 증기상 오염물질
- ③ 공기중 입자상 물질
- ④ 가스, 증기 및 분진의 혼합물

### 가. 산소결핍 작업 환경

불활성 기체(질소 또는 이산화탄소)가 고농도로 존재하면 밀폐된 공간에서는 호흡목적상 요구되는 산소량보다 적어 산소결핍 분위기를 생성할 수 있다. 16% 이하 농도의 산소를 가지는 공기를 호흡하는 것은 호흡 횟수의 증가로 맥박수가 빨라져, 의식불명 및 사망에 이르는 증상을 나타낼 수 있다.

이러한 환경에서 꺼지도록 되어 있는 안전등의 불꽃은 산소결핍 상태를 용이하게 감지할 수 있다. 이와 같은 조건에서 사용되는 호흡기 보호장비에는 착용자에게 신선한 공기 또는 산소를 공급해야 한다.

### 나. 기체상 또는 증기상 오염물질

호흡용 공기에 존재하는 독성이 높은 가스 또는 증기는 비록 짧은 시간동안이라도 흡입시 사람의 생명을 위협하게 할 수 있다. 작업환경에 있어서 가스 농도가 높은 것도 생명에 즉각적인 위험을 초래하게 된다.

농도범위를 결정하기가 불가능하거나 가스의 종류를 모를 때에는 모든 가스를 “생명에 즉각적인 위험을 초래할 수 있는 것”으로써 고려하여야 한다. 이 경우 신선한 공기의 공급 또는 자급식 호흡기가 사용되어야 한다.

독성가스 또는 증기는 작업환경에서 노출허용치를

초과하는 농도로 축적되고 작업자에 의해 반복적으로 호흡될 경우 장시간 노출 후 잠재적인 건강상의 상해를 일으킬 수 있다. 그러므로 언제, 어떤 종류의 호흡기 보호구를 사용하도록 요구되는지를 결정하기 위하여 오염물질의 노출농도를 알아야 한다.

#### 다. 공기중 입자상 물질(먼지, 연기, 연무, 김 및 안개)

입자상 오염물질은 고체, 액체 또는 이 두가지의 형태가 혼합되어 있을 수 있다. 이들 오염물질은 광의에 있어 세가지 그룹으로 분류한다.

##### (1) 장해성 먼지

입자상 물질 가운데 국부적 또는 조직에 대한 중독 효과가 없이 폐속에 남아있거나 또는 용해되어 혈액 속으로 직접 들어가지만 어떠한 유해한 효과를 일으키지 않는 물질을 장해성 먼지라고 한다. 이러한 장해성 먼지에는 시멘트, 석회, 톱밥 등이 있다.

##### (2) 독성 입자물질

공기중 독성 입자물질이 흡입될 경우 폐속으로 들어가게 되고 이어서 혈액속으로 넘어가 신체의 여러 부분에 들어가게 된다. 독성 입자물질의 효과는 화학적 염증, 조직에 대한 독성, 알레르기 반응 등이 있다. 이러한 그룹에 속하는 보편적 오염물에는 안티몬, 비소, 카드뮴, 납, 망간, 크롬, 크롬산화물, 중크롬산염 등이 있다.

##### (3) 섬유증 먼지

폐조직의 섬유증상을 일으키게 될 잠재력을 가지는 입자상 물질을 섬유증 먼지라고 한다. 이와 같은 먼지에는 석면, 목화, 분말상 실리카 등이 있다.

#### 라. 가스, 증기 및 분진의 혼합물

전기 아크 용접 작업에 의해 생성되는 질소산화물이나 생성된 금속 연무와 같이 여러 가지 형태의 공기 중

오염물이 혼합된 것과 작업장 환경에 있어 다른 가스들의 존재는 올바른 호흡기 보호장비의 선택 및 결정에 있어 특별한 주의를 필요로 한다. 이러한 경우 작업장 환경을 개선하기 위해 더욱 노력을 기울여야 한다. 우선적으로 오염물의 일부를 가장 효과적이고 실질적인 방법으로 제거해야 하며, 다음으로 올바른 호흡기 보호구를 선택해야 한다.

### 3. 호흡기 보호구의 종류

호흡기 보호구는 넓은 의미에 있어 다음의 두 그룹으로 분류될 수 있다.

- (1) 공기 공급 호흡장치
- (2) 공기 정화 호흡장치

서로 다른 작업상황에서 사용되는 여러 가지 형태의 호흡장치에 대하여 주요 기능, 효용 및 제한사항을 다음과 같이 기술하였다.

#### 가. 공기 공급 호흡장치

호흡장치는 유독성 및 오염된 환경에서 사람이 긴 시간 또는 짧은 시간 동안 육체적·정신적 능력을 최대한 발휘하여 일할 수 있게 한다. 이것은 또한 구조장비, 반가스 장비 및 가스 마스크로 알려져 있다. 이와 같은 호흡장치는 광산, 가스 작업장, 화학공장, 정유공장 및 밀폐된 공간에서 요구되며, 필요에 따라 소방대, 지방자치단체, 군인 및 등반가들이 사용하기도 한다.

호흡장치는 유독가스, 산소결핍 분위기, 고열, 높은 습기, 재난시 괴멸된 상태속에서 안전을 보증할 수 있도록 효과적이고 신뢰성이 있는 것이어야 한다. 그러므로 호흡장치는 착용이 용이하고 최대한의 편안감을 주며, 온도, 저항성을 포함한 여러 가지 조건하에서 효과적이고 안전하며, 적절한 디자인으로 되어 있어야 한다. 사용 재질의 우수성 및 제작기술 또한 호흡장치에 있어 간과해서는 안될 중요한 요소이다. 더구나 호흡 목적에 사용될 공기·산소는 화학적 순수성이 보장

되어야 하며 호흡장치는 엄격한 생리학적, 물리적, 화학적 및 기계적 시험에 적합한 것이어야 한다. 이와 같은 시험은 인도 표준국에서 호흡장치에 대해 제정한 “IS: 10245.1982”에 기술되어 있다.

### (1) 폐회로 호흡장치

폐회로 형태의 호흡장치에 있어서 내뿜은 공기는 사용자가 다시 들이마시게 된다. 착용자는 단일 방향성 호흡용 밸브를 통해 산소를 들이마시고 그가 내쉬는 숨은 화학물질을 함유하는 여과통을 통과하여 탄산가스 및 수분이 흡수되고 냉각기를 통해 같은 호흡용 주머니로 들어가게 된다. 산소주머니 속의 기체 체적이 상당히 감소된 때에만 공급용 실린더로부터 호흡용 주머니에 채워진다. 내쉬는 탄산가스의 농도는 효과적으로 감소되고 감소 농도는 높아지게 된다. 이것은 전면덮개형 또는 마우스피스 및 코덮개형의 두 가지가 있다.

### (2) 개회로 호흡장치

개회로 호흡장치에 있어서 착용자는 수용밸브를 통해 압축공기 실린더로부터 공기를 받게 된다.

수용형 호흡장치에 있어 공기는 수용밸브를 통해 얼굴 쪽으로 공급된다. 공급량은 흡입으로 발생하는 미세한 음압의 생성에 의해 작동되는 착용자의 호흡 요구량에 의해 결정된다. 내쉬 때에는 수용밸브가 닫히고 내뿜은 공기는 발산밸브를 통해 주위의 대기중으로 나가게 된다. 수용형 호흡장치에는 헬멧이나 두건이 부착되지 않는다.

### (3) 공기배관형 호흡장치

공기배관형 호흡장치는 직경이 작은 호스를 통해 공기가 공급되는 안면덮개(반면, 전면 혹은 헬멧에 부착된 헬멧이나 두건)로 되어 있다. 이것은 압축공기 배관을 통한 연속 공급형 또는 수용형이 될 수 있다.

공기 배관형 호흡장치에 있어서 공기 공급호스의

길이는 공기 공급이 유지될 수 있도록 적절해야 하나 착용자의 움직임을 제한하게 된다. 공급 공기는 언제나 호흡할 수 있는 것이어야 하며 오염되지 않고 공급 라인으로부터 불쾌한 냄새, 기름 방울이나 수증기 및 녹이 함유되지 않도록 주의 기울여야 한다.

### (4) 흡입 호스 마스크

이것은 직경이 큰 신축성 호스에 연결된 전면 덮개로 되어 있다. 작업자는 자신의 호흡 노력에 의해 공기를 흡입한다. 호스는 안전띠가 있는 적절한 안전대에 의해 착용자의 몸에 부착되며 호스의 공기 흡입구는 고형입자를 제거하기 위해 끝에 필터가 부착되어 있다. 공기는 착용자의 흡입 노력에 의해 길이 최대 9미터에 이르는 호스를 통해 흡입할 수 있다.

### (5) 압축 호스 마스크

압축 호스 마스크는 공기가 수동식 또는 전동식 브로와에 의해 직경이 큰 호스를 통해 강제로 공급되는 점을 제외하고 흡입 호스 마스크와 유사하다. 브로와는 마스크가 사용되는 동안 연속적으로 작동되도록 되어 있다.

호흡의 관점에서 볼 때 자급식 호흡장치는 주위 대기에 있어 가스농도나 산소 결핍에 관해 제한은 없지만 다른 요소들이 착용자가 오염된 대기에 남아 있을 수 있는 시간에 제약을 줄 수 있다.

많은 가스들이 피부에 상당한 자극을 주며, 피부를 통해 위험에 이를 수 있는 양이 흡수되기도 한다. 그러므로 경우에 따라서 신체 보호장비가 사용되도록 요구된다.

### 나. 공기 정화 호흡장치(정화통형 호흡장치)

정화통 형태의 호흡장치는 적절한 화학약품을 함유하는 정화통, 전면 마스크 및 정화통을 착용자의 신체에 부착하게 하는 장구로 구성되어 있다. 공기는 착용

자의 정상적인 호흡으로 정화통을 통해 흡입된다. 정화통을 통과하여 들어오는 공기는 그 속에 존재하는 오염된 가스 또는 증기 오염물을 중화·제거시키기 위해 적절한 화학물질로 침전시킨 활성탄에 흡착된다.

정화통은 특수한 가스에 적합하도록 되어 있으므로 그 목적에 적합한 종류의 정화통을 사용하는 것이 중요하다.

정화통 부착 가스 마스크는 산소가 결핍되지 않고 가장 독성이 있는 가스의 용적이 2%를 초과하지 않는 경우에서만 사용될 수 있다. 정화통의 수명 또한 정화통의 종류, 가스의 농도 및 착용자의 활동에 달려 있다.

정화통 부착 가스 마스크와 유사하게 카트리지형 호흡장치 역시 호흡기 보호를 위해 사용되는데 그 수명은 사용되는 카트리지의 종류, 가스 또는 증기의 농도 및 착용자의 활동 등에 의존한다. 카트리지형 호흡장치는 가스 및 증기의 농도가 낮을 때(유기물 증기의 경우 최대 0.1%까지) 사용이 권장된다. 정화통 및 카트리지형 호흡장치의 용이한 식별을 위하여 특수한 색깔이 각 형태의 호흡장치에 부여되어 있다. IS 8318-1977에는 정화통 및 카트리지에 대한 색식별 표시에 대하여 설명하고 있다. IS 8522-1977에 따르면 카트리지 호흡장치는 화학물질의 공기중 농도를 초과하는 곳에서 사용되어서는 안된다. 몇가지 정화통/카트리지 호흡장치의 칼라 코드와 함께 카트리지 호흡장치의 최대 사용농도가 다음에 나타나 있다.

(1) 자기 구조형 호흡장치

자기 구조형 호흡장치는 장비를 항상 실용적으로 지니고 다닐 수 있게 되어 있으면서 가능한 최대한의 호흡기 보호를 제공하도록 설계되어 있어 피난시 언제나 사용할 수 있다.

화학물질	카트리지 호흡장치를 사용할 수 있는 최대 농도(ppm)	정화통/카트리지의 칼라코드
암모니아	300	노란색
기계적 필터형 호흡장치	10	흰색
기계적 필터형 호흡장치	100	흰색
흡입 공기로부터 입자상 물질 제거	50	흰색
일회용 또는 반복 사용 가능형으로 되어 있다		
입자상 물질 농도가 높은 곳에서 사용되면 필터가 먼저 입자에 의해 매우 빨리 막혀 버릴 수 있다		
이러한 경우 특수 식별 표시를 주어야 한다. 마이클필터는 특히 작은 입자 제거에 대한 분진입자를 포함하기 위해 설계된 특수 필터이다.		

(3) 복합형 호흡장치

이 호흡장치는 흡입 공기로부터 독성 가스 및 증기 뿐만 아니라 입자상 물질을 제거하기 위하여 기계적 필터와 특수 가스 또는 증기용 카트리지로 되어 있다. 이들 호흡장치는 페인트 도장 작업, 전기 아트 용접, 살충제 분무 작업 등에서 사용된다.

4. 호흡장치의 선정

호흡장치는 생명을 구하기 위한 개인 보호구 이므로 주어진 작업 환경에 적합한 형태의 호흡장치를 선

정하기 위하여 각별한 주의를 기울여야 한다. 공기 오염물의 종류와 특성, 공기중 농도 수준, 위험성의 정도, 호흡기 보호가 요구되는 기간, 오염된 공기의 위치, 신선한 공기의 유용성 및 착용자의 예상되는 활동을 알고 있을 필요가 있다. 이에 더하여 작업조건 및 가용한 호흡장치의 제한 사항도 알고 있어야 한다. 이상의 요소들을 고려하고 작업중인 사람의 안전에 대해 지속적으로 관찰함으로써 적절하고 알맞은 형태의 호흡기 보호장비가 선정되는 것이다.

## 5. 호흡장비의 품질 점검을 위한 중요사항

최고 품질의 호흡장비를 선정하기 위하여 다음의 중요사항들이 고려되어야 한다.

(1) 호흡장비의 제조 및 조립에 사용되는 모든 자재들은 적절한 기계적 강도, 내구성 및 열이나 바닷물 또는 고압산소와 접촉시 열화에 대한 저항성을 가지고 있어야 하며, 정전기 방지성 및 내화성인 것이어야 한다.

(2) 호흡장비의 노출된 부분/요소들은 가연성 가스를 점화할 수 있는 마찰로 인한 스파크를 피하기 위하여 마그네슘 및 알루미늄 또는 그 합금과 같은 금속으로 제작되어서는 안 된다.

(3) 호흡장비와 피부가 접촉하는 부위는 오염성이 없으며, 부드럽고 유연하며 피부염 유발 물질로 알려진 물질을 포함해서는 안 된다.

(4) 호흡장비는 거칠게 사용시에도 견딜 수 있을 만큼 충분히 견고한 제품이어야 한다.

(5) 분리 가능한 부품은 분리 및 청소가 용이하고 본체에 안전하게 재결합할 수 있도록 잘 설계되어야 한다.

(6) 호흡장비의 조정 가능한 부품은 쉽게 접근할 수 있으며, 촉감에 의해서까지도 서로를 쉽게 식별할 수 있어야 한다.

(7) 호흡장비의 안면부는 눈, 코, 입 및 턱을 덮어 주어야 한다. 또한 그것은 머리를 움직이거나 말을 할 때 또

는 피부가 건조할 때나 습윤할 때 외부 가스로부터 사용자의 얼굴에 대한 적절한 차단효과를 가져야 한다. 수염을 가진 사람에 대하여 특별히 제작되지 않는 한 안면부가 적합하지 않게 된다. 안면부는 착용감이 편하도록 무게가 가벼워야 한다. 안면부는 조정이 가능하고 교체할 수 있는 머리고정대를 가지고 있어야 한다.

(8) 코 덮개 부위는 코의 상부를 통해 공기오염물의 출입을 제한해야 한다. 이것은 사용에 편안하고 잘 맞는 것이어야 한다.

(9) 흡입 및 배출 밸브는 착용자가 호흡을 위해 특별히 압력을 가하도록 해서는 안 된다. 흡입 저항은 시험 전에 수두로 30mm를 시험 후 수두로 50mm를 초과해서는 안 되며 배출 저항은 수두로 20mm를 초과해서는 안 된다.

(10) 각종 호흡장치의 대표적인 샘플은 이들이 인도 표준국 시방서에 적합한 품질 여부를 확인하기 위하여 시험을 실시해야 한다. 고려되어야 할 몇 가지 중요한 사양은 다음과 같다.

① 사용자에게 공급되는 호흡용 공기의 품질은 영국의 표준 BS 4274 및 인도표준 10245-1982에 적합해야 한다. 호흡용 공기는 입자상 물질을  $0.5\text{mg}/\text{m}^3$  미만, 이산화탄소를 500ppm 미만 그리고 일산화탄소를 5ppm 미만 함유하여야 한다.

② 호흡용 저항은 규정된 제한치 이내이어야 한다.

③ 특수한 가스에 대한 정화통/카트리지의 흡수제의 수명 및 효과는 서로 다른 조건하에서 규정된 기간 이상이어야 한다.

④ 밸브의 누설은 규정된 제한치를 초과해서는 안 된다.

⑤ 안면부의 적합성 시험은 요구사항에 적합하여야 한다.

⑥ 분진 마스크의 여과효과는 0.4-0.6 미크론 크기의 입자에 대하여 98.5% 이상이어야 한다.


(11) 호흡장비의 성능은 인도표준국의 지방서에 따라서 모의 시험 조건하에서 각종 시험을 실시함으로써 확인되어야 한다.

이와 같은 시험설비들은 Mumbai에 있는 중앙실험연구소에 갖추어져 있으며, 제조업체 및 사용자 산업체에 의해 활용되고 있다. 또한 인도 표준국에서는 어떤 호흡장비에 대해 안전인증마크를 수여하기 전에 품질을 확인하기 위하여 동 실험실로 샘플을 송부한다.

(12) 호흡장비는 작업장 환경으로부터 오염을 방지하기 위하여 별도의 안전한 보관함에 보관되어야 한다.

## 6. 호흡장비의 관리 및 효과적 사용

호흡장비는 그들의 원래 효능을 유지하기 위하여 주의 깊게 정비, 관리되어야 한다. 이 목적을 위하여 다음과 같은 몇가지 점을 고려해야 한다.

- (1) 주기적으로 점검 · 정비하여 그 내용을 기록할 것
- (2) 사용 후에는 매번 검사, 정비 및 기록할 것
- (3) 제조업체에 의해 권장되는 세정 및 소독을 실시할 것
- (4) 가능하다면 호흡장비는 각 개인에게 지급할 것
- (5) 분진 호흡장비의 필터는 구멍이 막히게 되면 청소 또는 교환하도록 할 것
- (6) 호흡장비의 착용을 요구하기 전에 사용자는 미리 지급하고 그에 대한 올바른 사용법을 교육시킬 것
- (7) 호흡장비의 사용에 관한 주기적 훈련을 실시할 것 

(출처 : ILO CIS No. 100981, Personal Protective Equipment -Respiratory 번역)

