

KOSHA GUIDE

P-137-2013

산소 검지 및 경보장치 등의 설치, 운전 및
유지보수에 관한 기술지침

2013. 9.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자: 한국산업안전보건공단 장 희, 장재삼

- 제 · 개정 경과
 - 2013년 9월 화학안전분야 제정위원회 심의(제정)

- 관련 규격 및 자료
 - KS C 6593, 독성 가스감지기의 설치, 운전 및 유지보수
 - KS C 6594 산소 감지기의 성능시험방법
 - KS C 6595 산소 감지기의 설치, 운전 및 유지보수
 - KS C IEC 60079 - 0, 방폭전기기계·기구 - 일반 요구사항
 - KS C IEC 61000 - 6 - 2 전기자기적합성(EMC) - 제6부 : 일반기준 - 제2절 : 산업용 환경에서 사용하는 기기의 전기자기 내성기준
 - KS C IEC 61000 - 6 - 4, 전기자기적합성(EMC) - 제6부 : 일반기준 - 제4절 : 산업용 환경에서 사용하는 기기의 전기자기 내성기준
 - ISA 92.04.01, "P1 Performance Requirements for Instruments used to Detect Oxygen-Deficient/Oxygen-Enriched Atmospheres"

- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 산업안전보건연구원 위험성연구팀 (전화 042-869-0321, FAX 042-863-9002)로 연락하여 주십시오.

공표일자: 2013년 10월 2일

제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

산소 검지 및 경보장치 등의 설치, 운전 및 보수에 관한 기술지침

1. 목적

밀폐공간 등에서 작업장의 산소결핍을 조기에 경보하여 신속한 대피 및 적절한 안전조치를 취함으로써 질식사고를 예방하는 목적으로 사용하는 산소 검지 및 경보장치 등의 운전 및 보수에 필요한 사항을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 적용범위

이 지침은 대기압에서 15.0 ~ 20.9 % 또는 20.9 ~ 23.5 %의 산소농도 중 적어도 하나 이상의 측정범위를 갖고, 18 % 미만으로 조절할 수 없는 산소결핍 경보나 23.5 % 이상으로 조절할 수 없는 산소과잉 경보기능이 있는 휴대용, 이동용 및 고정용으로 사용하는 산소 검지 및 경보장치 등의 설치, 운전 및 유지보수 시에 적용한다. 다만, 공정제어 또는 공정 감시용 검지기, 분석이나 측정에 사용하는 실험용이나 연구 목적의 산소검지기, 주거용 검지기 등은 적용하지 않는다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “산소 검지 및 경보장치 등”라 함은 혼합공기 상태에서 산소의 농도를 감지하고 반응하는 전기적, 기계적, 화학적 요소의 조립체로서, 단일 검지기 또는 상호 연결된 두 개 이상의 부품들로 구성되었으며, 산소농도를 지시하고, 미리 설정해 놓은 가스 농도에서 자동적으로 경보가 울리도록 하는 장치를 말하며, 검지기와 수신경보기 등으로 구성된 것을 말한다.

(나) “산소결핍”이라 함은 공기 중의 산소농도가 대기 중의 산소농도 보다 낮은 18.0 % 미만을 말한다.

(다) “산소과잉”이라 함은 공기 중의 산소농도가 대기 중의 산소농도 보다 높은 23.5 % 이상을 말한다.

(라) “경보 설정값 (Alarm set point)”이라 함은 산소 검지 및 경보장치 등이 자동적으로 산소를 감지하여 경보나 기타 출력 기능이 작동되도록 미리 정해 놓은 농

도를 말한다.

- (마) “청정공기”라 함은 검지기의 작동에 부정적인 영향을 줄 수 있는 물질을 포함하지 않은 공기를 말한다.
 - (바) “교정”이라 함은 검지기의 영점을 조정하거나 스팬(Span)을 설정하는 것을 말한다.
 - (사) “교정가스 (Calibration gas)”라 함은 검지기의 교정에 사용되는 농도를 알고 있는 가스 혼합물을 말하며, 표준가스라고도 말한다.
 - (아) “확산식”이란 감시되고 있는 대기로부터 가스 검지센서까지 가스전달 과정이 자연적인 분자 운동을 통해 이루어지는 방식을 말한다.
 - (자) “흡입식 (Sample draw)식”이라 함은 감시되는 대기유동을 가스 검지센서로 수동조작이나 전기펌프에 의해 강제로 보내는 방식을 말한다.
 - (차) “스판 (Span)”이란 측정범위의 상한값과 하한값의 차이를 말한다.
 - (카) “측정범위”라 함은 교정에 의해 정확도가 보장되는 산소농도 범위를 말한다.
 - (타) “고장신호”라 함은 사용자에게 입력전원 고장, 회로의 개방이나 단락, 퓨즈 끊김, 검지기 헤드와의 단락, 산소검지기 소자의 손상 등의 비정상적인 상태를 경고하는 신호를 말한다.
- (2) 기타 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 「산업안전보건법」, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 「산업안전보건기준에 관한 규칙」에서 정하는 바에 의한다.

4. 고정용 산소검지기 설치

- (1) 고정용 산소검지기의 설치 시에는 제조자가 제공한 검지기 설치 매뉴얼을 충분히 이해하고, 그 방법을 준수하여야 한다.
- (2) 폭발위험장소에 설치되는 가스누출감지경보기는 KOSHA GUIDE “가스 폭발위험장소에서 전기설비 설계, 선정 및 설치에 관한 기술지침”에 적합한 방폭성능을 갖는 것이어야 한다.
- (3) 검지기 설치위치는 한국산업규격이나 관련기관의 일반적인 지침 이외에 다음 사

항들을 추가로 고려하여야 한다.

- (가) 주변 공기의 유속 및 방향은 감지하고자 하는 수증기 및 가스의 확산에 영향을 준다.
- (나) 주위 온도는 제조자가 제시한 사용온도 범위에 부합하는 장소에 설치하여야 한다.
- (다) 모든 검지기 및 검지센서는 진동을 최소화 할 수 있는 방법으로 설치하여야 한다.
- (라) 검지센서의 위치는 향후 유지 및 검·교정을 고려하여 접근이 용한 곳에 설치하여야 한다.
- (마) 벽, 물받이, 분리대 같은 구조물은 가스 및 증기를 축적시킬 수 있다.
- (바) 검지기는 부식성 물질, 오작동을 일으키는 물질 등이 없고, 점검 시 독성물질 등에 근로자가 노출되지 않도록 하여야 한다.
- (사) 검지기는 전자파 간섭을 일으키지 않도록 설치하여야 한다.
- (아) 검지센서는 제조자가 제품시방서에 제시한 최대 선로저항, 최소 전선 굵기, 절연등급 등의 기준에 부합하는 제어장치와 연결하여야 하고, 이때 사용목적과 폭발위험장소 분류에 적합한 전선 및 전선관 또는 적절한 방법을 사용하여야 한다.
- (자) 감전의 위험을 제거하기 위하여 접지를 요하는 장비는 적절하게 접지하여야 한다.
- (차) 전자파 간섭이 유발되는 장소에서는 적절하게 접지하고, 차폐된 전선을 사용하여야 하고, 검지기의 외함이 도전체인 경우 적절한 접지를 하여야 한다.
- (카) 차폐된 전선은 통상 제어장치 말단의 한 지점에서만 접지하고, 제조자가 지정하는 다른 방법이 있는 경우에는 그 지침을 준용하여야 한다.
- (타) 나사 연결부위에는 모두 윤활제를 사용해야 하고, 윤활제에는 실리콘과 같은 검지센서의 성능에 영향을 미치는 물질이 없음을 확인하여야 한다.
- (파) 습기와 응결을 최소화할 수 있도록 검지기 및 검지센서와 접속 전선 및 전선관에는 적절한 배수장치가 포함하여야 한다.

- (하) 흡입장치로 유입된 가연성 및 독성가스는 안전한 방법으로 적절하게 배출하여야 한다.
- (거) 검지기에 연결용 보조장치를 사용하는 경우에는 검지기의 최대 정격 전류 및 전압, 릴레이 접속단자 등을 확인하여야 하고, 차폐재 및 절연 장치와 기타 본질안전 부속품 등도 병행하여 확인하여야 한다.
- (4) 전원 공급장치는 제조자가 요구하는 사양의 직류 또는 교류의 신뢰성 있는 외부전원 공급장치를 설치하여야 한다.
- (5) 옥외에서 사용되는 외부전원 공급설비는 산소검지기 설치 또는 사용환경과 위험지역구분에 적합하여야 한다.
- (6) 주전원이 차단되어도 30분 이상 연속적으로 경보와 작동이 가능하도록 안정된 비상전원 공급장치를 설치하여야 한다.
- (7) 교류전원은 제조자가 요구하는 전압과 주파수 범위 내로 전원을 공급하여야 한다. 다만, 특별한 요구사항이 없으면 전압이 변화하는 동안에도 전원공급이 지속적으로 유지되고, 정격전압의 85 ~ 110 % 이내의 안정된 전원을 공급하여야 한다.
- (8) 직류전원은 4시간 이상 지속적인 측정과 경보가 가능토록 하여야 한다.
- (9) 예비 전원장치는 교류 또는 직류전원의 공급이 일시 중단되어도 안정적으로 작동될 수 있도록 설치하여야 한다.
- (10) 무정전 전원 공급장치를 통해 전원을 공급하는 것을 권장한다.

5. 성능 유지 및 보관

5.1 성능 유지

- (1) 산소 과잉이나 산소결핍 경보 설정값은 전문가, 안전보건관리자 만이 변경이 가능토록 암호 등의 잠금기능이 있어야 하고, 평상시 관리하여야 한다.
- (2) 산소 검지 및 경보장치 등은 18 % 미만으로 조절할 수 없는 산소결핍 경보나 23.5 % 이상으로 조절할 수 없는 산소과잉 경보기능이 유지하여야 한다.
- (3) 경보 정밀도는 전원의 전압 등 변동이 ± 10 % 정도일 때에도 저하되지 않아야 한다.

- (4) 산소결핍 경보는 청정공기에서 0 ~ 5.0 % 산소농도로 변경시켜 5초 이내에 경보 설정값에 도달하여야 하고, 0 ~ 5.0 % 산소농도에서 청정공기로 변경시켜 30초 이내에 19.0 % 이상을 지시하여야 한다.
- (5) 산소과잉 경보는 청정공기에서 35.0 ~ 40.0 % 산소농도로 변경시켜 5초 이내에 경보 설정값에 도달하여야 하고, 35.0 ~ 40.0 % 산소농도에서 청정공기로 변경시켜 30초 이내에 23.0 % 미만을 지시하여야 한다.
- (6) 경보를 발신한 후에는 가스 농도가 변화하여도 계속 경보가 발하여져야 하며, 경보 설정을 재설정하여야만 경보가 정지될 수 있는 구조이어야 한다. 다만, 검지기가 다점식인 경우에는 경보가 발하여졌을 때 수신경보기에서 가스의 감지장소를 알 수 있어야 한다.
- (7) 부식성 증기나 가스가 존재하는 곳에서 사용되는 검지기는 내식성이 있는 재질 또는 부식성으로부터 적절히 보호될 수 있는 재질로 제작하여야 한다.
- (8) 흡입식 휴대용 검지기는 필요한 샘플 주입기구를 가지고 있어야 한다.
- (9) 흡입식 검지기는 적절한 유량 지시장치를 갖추어야 한다. 다만, 요구사항이 사용설명서에 상세히 설명되어 있는 경우에는 지시장치를 생략할 수 있다.
- (10) 비선형 계기 또는 지시기가 사용될 경우에는 작동특성이 사용설명서에 기술하여야 한다.
- (11) 교정과 경보설정은 특수공구에 의해 열 수 있는 잠금장치 또는 암호의 입력과 같은 방법으로 비자격자 또는 부주의한 접촉으로부터 차단되도록 하여야 한다.
- (12) 검지기는 다음 중 하나라도 발생하게 되면 신호출력 또는 점점출력에 의한 고장신호를 발해야 한다.
- (가) 검지기의 입력전원 고장
 - (나) 회로보호 장치의 개방
 - (다) 원격검지기 헤드에 접속되는 한 개 이상의 회로 개방
 - (라) 신호 또는 점점출력은 다른 경보 또는 종료신호와는 독립
 - (마) 제조자는 검지기의 관련 회로 또는 센서 오류를 위한 고장신호를 제공
- (13) 경보나 고장신호를 중지시키는 스위치와 같은 장치는 다음의 기준을 만족시켜야

한다.

- (가) 검지기가 정상적인 작동상태로 전환되었을 때 경보, 고장, 고장신호가 자동적으로 작동
 - (나) 고장상태일 때 특유의 시각 또는 청각신호나 출력신호를 발생
 - (다) 현장 검지기의 시각경보 지시가 작동금지
- (14) 내압방폭 또는 압력방폭 용기 내에 설치된 고정용 검지기는 용기 외부에서 정상 작동을 위한 모든 제어가 가능하여야 한다.
- (15) 정기적인 교정을 위한 제어장치는 다음의 모든 요구사항을 만족시킬 경우에는 용기 내부에 있을 수 있다.
- (가) 용기는 쉽게 개·폐가 가능해야 하며, 개·폐를 위해 볼트나 다른 잠금장치의 제거와 교체를 필요로 하지 않아야 한다.
 - (나) 교정절차 중에 고의 또는 우연히 작동될 수 있는 스위치 또는 제어장치와 같은 모든 조정장치는 본질안전회로에 대한 요구조건을 만족시키는 회로만으로 구성하여야 한다.
 - (다) 본질안전회로의 요구조건을 만족시키지 않는 회로의 모든 충전부 노출은 적절한 기계적 보호장치 또는 격벽에 의해 불의의 접촉으로부터 보호하여야 한다.
 - (라) 본질안전방폭이 아닌 경우에는 “주의 : 용기를 개방하기 전에 이 지역이 위험하지 않다는 것이 확인하여야 함”이라는 표시를 하여야 하고, 표시는 용기를 개방하기 전에 확실히 잘 보여야 한다.
- (16) 휴대 및 이동용 검지기는 소모품을 교환 또는 재충전하지 않고, 4시간 이상 작동이 가능하도록 배터리 등을 평상시 관리하여야 한다.
- (17) 휴대용은 전원 저전압 상태를 경보할 수 있는 기능이 있어야 하고, 경보는 최소 5분 이상 정상적으로 작동하여야 한다.

5.2 적절한 부속품 사용

- (1) 산소검지기는 적절한 부속품과 조합을 통해 특정 환경조건에서도 동일하게 사용될 수 있으며, 이러한 부속품을 사용할 때는 제조자의 사용설명서에 따라 설치하여야 하고, 사용하여야 한다.

- (2) 부속품의 사용은 검지기의 응답시간 지연 및 정확도에 영향을 줄 수 있기 때문에 사전에 충분한 검토를 하여야 한다.
- (3) 도전성의 샘플가스 프로브를 가진 휴대용 검지기의 사용 시 감전의 위험이 있을 경우에는 도전성 재질의 부속품을 비도전성 재질의 부속품으로 교체하여야 한다.
- (4) 비흡착성의 거친 필터는 먼지가 함유된 환경에서 샘플가스를 흡입하는 경우에는 유용하게 사용된다.
- (5) 특수 필터나 배수장치를 가지고 있는 흡입용 배관장치는 검지기의 오염을 줄여준다.
- (6) 긴 흡입용 배관을 사용해야 하는 경우에는 센서에서 가까운 곳에 샘플가스 밸브나 마개를 설치하여 영점 조절을 위해 청정공기를 흡입할 수 있도록 하는 것이 바람직하며, 이러한 밸브와 마개를 설치한 경우 통상적으로 사용 시에는 자동적으로 잠겨 청정공기의 흡입이 되지 않도록 하여야 한다.
- (7) 주변 공기의 흐름이 빠르거나, 액체가 비산될 수 있는 환경에서 사용할 수 있도록 해주는 부속품들을 사용하여 해당장소에서 가스 감지를 할 수도 있다.
- (8) 원격 교정용 부속품은 접근이 용이하지 않은 위치에 설치된 검지기의 교정 시 사용된다.

5.3 검지기 보관

- (1) 검지기 보관은 원래의 용기나 적당한 안전한 용기를 사용하여야 하며, 가스나 증기가 없는 건조한 장소이어야 한다.
- (2) 검지기는 제조자가 제시하는 저장 환경조건에 부합하는 곳에 보관하여야 한다.
- (3) 보관 전에 가스 검지기를 살펴보고, 부식을 유발할 수 있는 건전지 등의 내부 전원을 제거하여야 한다.
- (4) 충전기 또는 영구적인 전원을 갖는 경우에 보관기간 동안의 전원 관리방법은 제조자의 사용설명서를 참고하여야 한다.

6. 검지기 점검

6.1 육안점검

(1) 육안점검은 다음과 같이 실시하여야 한다.

(가) 기능이상, 경보, 계기 등의 비정상 상태에 대한 검지기 점검

(나) 검지기 헤드에 독성가스와 감지센서의 접촉에 영향을 줄 수 있는 일체의 차단 물질이나 흡착물질이 있는지 확인

(다) 흡입배관이 흡입 계통에 적합한지 확인

(라) 흡입 계통의 배관 및 부속품을 점검하여야 한다. 이때, 균열이 가거나 패인 곳은 없는지, 휘거나 부러진 곳은 없는지 확인하고, 배관이나 부속품 중에 손상된 곳이 있다면 제조자가 추천하는 부속품으로 교체하여야 한다.

6.2 응답성능(감도) 점검

(1) 제조자의 사용설명서에 따라 검지기 특정 농도의 교정용 교정가스에 노출시킨다.

(2) 청정공기 중에서 검지기의 계기가 20.9 %을 지시하는지 확인하여야 하고, 필요할 경우에는 센서에 청정공기를 일시적으로 공급하여야 한다.

(3) 계기 눈금이 안정화된 후 필요한 경우에만 제조자의 사용설명서를 참고하여 검지기 조정을 실시하여야 한다.

(4) 출력값이 제품시방서를 초과하는 경우에는 사용설명서를 참고하여 사내·외 전문가에게 검지기의 조정이나 교정을 실시하거나, 외부의 책임이 있는 교정 및 검정 기관에 검지기 보수 및 검정을 의뢰하여야 한다.

(5) 흡입식 검지기는 흡입계통의 응답 성능 및 정확도 확인을 위해 주기적으로 배관을 통해 교정용 산소를 주입한 경우와 센서부에 산소를 접촉시킨 경우의 결과를 비교하여야 한다. 이때, 점검은 흡입배관 및 필터 등에서 연결상태 및 누설에 관한 정보를 제공하여야 한다.

(6) <부록 2> 산소 검지 및 경보장치 등의 유지보수 기록표를 참고하여 유지보수에 관한 기록을 작성하여야 한다.

(7) 검지기의 육안검사 및 응답성능 점검결과가 불합격인 경우 사용설명서에 따른 조정을 한 이후에도 문제가 해결되지 않을 경우에는 검지기의 유지보수에 관한 책임

이 있는 사내·외 전문가 또는 교정 및 검사기관에 정비를 의뢰하여야 한다.

6.3 휴대용 산소검지기 점검

- (1) 검지기의 사용설명서를 참고하여 다음의 절차를 진행한다.
 - (가) 전원이 켜진 상태에서 모든 아날로그 계기의 영점을 조정한다.
 - (나) 원격 검지센서 및 전원 공급장치의 전기 접속부가 적절하게 연결되어 있는지 확인하여야 한다.
 - (다) 배터리의 전압 및 상태를 점검하고, 연속해서 최소 4시간 이상 사용이 가능토록 건전지 등의 성능을 유지할 수 있도록 필요한 경우에는 사용설명서에 따라 조정 및 교체 등을 실시하여야 한다.
 - (라) 오염되거나 손상을 입은 필터, 화염방지기가 있는지 점검한 후 필요한 경우에는 교체하여야 한다.
 - (마) 전원을 투입하고, 적당한 예열시간을 둔다.
 - (바) 흡입식 검지기의 경우에는 흡입배관의 누설여부와 흡입유량을 점검하여야 한다.
 - (사) 고장회로 (오작동) 시험을 실시하여야 한다.
- (2) 일체형 또는 원격용 검지기 헤드의 샘플가스 흡입장치를 청정공기에 위치시키고, 배관 내의 정화를 위하여 충분한 양의 공기를 흡입시킨 후(흡입방식 검지기에만 적용) 출력값이 20.9 %를 가리키도록 조정하여야 한다.
- (3) 실제 검지기가 사용될 곳의 가스 농도와 비슷한 농도의 제조자가 권장한 특정 농도의 산소-공기 혼합가스를 이용하여 산소검지기의 응답성능을 점검하여야 한다.
- (4) 점검결과, 사용된 혼합가스의 농도와 비교해 출력값이 최대 측정범위의 5 % 또는 사용된 시험가스 농도의 1 % 범위 내에 있지 않은 경우에는 검지기의 재교정을 실시하여야 한다.
- (5) 경보 설정점의 최대값 보다 큰 농도의 시험 가스로 측정 가능한 산소 과잉 농도를 확인 하여야 하고, 이럴 경우에는 모든 경보장치가 작동하여야 한다.
- (6) 산소 결핍 농도의 시험은 경보 설정점의 최소값 보다 작은 농도의 시험가스로 실

시하며, 이럴 경우에도 모든 경보 장치가 작동하여야 한다.

- (7) 산소검지기가 위의 절차에 부적합하여 사용설명서의 교정방법으로 문제가 해결되지 않으면 사내·외 전문가, 유지보수 관련 교정 및 검정기관에 교정을 의뢰하여야 한다.

6.4 고정용 검지기 점검

- (1) 검지기의 사용설명서를 참고하여 다음의 절차를 진행한다.

(가) 전원이 켜진 상태에서 모든 아날로그 계기의 영점을 조정하여야 한다.

(나) 원격 검지센서 및 전원 공급장치의 전기 접속부가 적절하게 연결되어 있는지 확인하여야 한다.

(다) 폭발위험장소에 설치되는 방폭기기의 외함에 사용된 볼트 및 나사의 개수와 전선관용 밀보제가 적합한지 확인하며, 볼트 및 나사의 조임 여부와 전선관용 밀봉제의 접합상태 등을 확인하여야 한다.

(라) 검지기에 전원을 공급하여 모든 계기가 사용설명서에 명시된 대로 정상적으로 작동하는지 확인하여야 한다.

(마) 사용설명서에 따라 검지기의 안정화를 위하여 적절한 시간을 둔다.

- (2) 산소검지기와 반응하는 가스가 없는 청정공기 상태에서 센서를 이용하여 경보 설정값에서 검지기 작동여부를 확인한다.

- (3) 검지기의 계기를 수동으로 경보 설정값까지 조정하거나 제조자가 권장하는 기타의 방법으로 경보가 이상 없이 작동하는지 확인하여야 하며, 이때, 작업을 수행하기 전에 계기를 20.9 %로 조정한다.

- (4) 감지 가능 범위 내의 농도를 알고 있는 제조자가 추천한 산소 가스를 사용하여 검지기의 응답성능을 점검하여야 한다.

- (5) 점검결과, 혼합공기의 농도와 비교해 출력값이 최대 측정범위의 5 % 또는 사용된 시험가스 농도의 1 % 범위 내에 있지 않은 경우에는 재교정을 하여야 한다.

- (6) 검지기가 위의 절차에 부적합하여 사용설명서의 교정방법으로 문제가 해결되지 않으면 검지기의 유지보수에 관한 책임이 있는 사내·외 전문가 또는 교정 및 검정기관에 정비를 의뢰하여야 한다.

7. 사용 시 주의사항

7.1 일반사항

- (1) 제조자가 제공한 사용설명서를 잘 보관하고, 읽고 충분히 이해하여야 한다.
- (2) 검지기는 검·교정 유효기간 이내에서만 사용하여야 한다.
- (3) 흡입식 산소검지기의 경우에는 흡입시간이 센서에서 샘플가스를 감지하기에 충분해야 하며, 샘플가스의 이송시간도 함께 고려하여야 한다.
- (4) 흡입배관이 지나치게 긴 경우에는 가스 감지 시 일정시간 지연을 유발할 수 있기 때문에 검지기 등에 최소 지연시간을 표시 해 두는 것을 권장한다. 시간지연은 특정값으로 정해져야 하며, 공학적인 설계를 통해 허용한계를 명확히 하는 것이 중요하다.
- (5) 산소가 포함된 가스나 증기가 균일하게 섞이지 않고 층을 이루는 장소에서는 높이 별로 가스 농도를 점검하여야 한다.
- (6) 액체가 담겨진 곳 위에서 샘플가스를 흡입하게 되는 경우에는 흡입배관의 끝단이 나 검지기 헤드가 액체 부분에 닿지 않게 하여야 한다.
- (7) 흡입배관에 사용되는 물질은 사용환경에 적합한 재질의 배관 등을 사용하여야 한다. 다른 환경들에는 적합한 배관이라도 직사광선이나 기타 환경적인 영향에 의해 성능저하가 초래될 수 있다.
- (8) 제조자가 제공한 사용설명서에 제시되어 있는 간섭 가스 목록을 참고하여야 한다. 다만, 이 지침에 적합한 검지기일지라도 산소 외의 가스에 반응할 수 있으며, 이러한 가스들은 검지기의 정확한 감지에 영향을 끼칠 수 있다.
- (9) 계기의 출력값 표시가 불안정한 것은 전형적인 검지기의 고장이므로, 유지보수 관련 교정 및 검정기관에 의해 점검하여야 한다.
- (10) 센서에 들어가는 샘플가스가 깨끗한지 확인하여야 하며, 증기, 수증기, 에어로졸 등의 이물질들은 배관 내에 흡착 또는 부착되어 샘플가스의 원활한 흡입을 방해할 수 있다.

- (11) 제어부를 교체하거나 수리 및 조정을 한 뒤에는 검지기의 작동상태를 점검하여야 한다.
- (12) 제조자의 별도의 제시조건이 없는 경우에는 검지기의 사용 농도범위를 초과한 농도의 가스에 노출된 검지기는 재교정을 실시하여야 한다.
- (13) 검지기 교정은 실제로 사용될 높이에서 실시하여야 한다.

7.2 감도 저하물질

- (1) 어떤 물질들은 감도 저하, 억제성분 등을 가지고 있어서 특정 검지기의 감도를 저하시킬 수 있다.
- (2) 검지기가 감도 저하물질이 존재하는 대기 중에서 사용되는 경우에는 특정 농도의 산소 교정가스를 사용하여 주기적으로 검지기의 감도를 점검하여야 한다.
- (3) 저하물질을 산소로 잘못 감지할 수 있는데 이런 경우에는 제조자에게 문의하거나, 사용설명서를 참고하여 확인한다.

7.3 전자파 간섭

- (1) 일부 산소검지기는 전자파 간섭에 민감하여 기능 이상, 오경보, 영점 복귀 현상 등을 일으킬 수 있다.
- (2) 전자파 간섭이 예상되는 경우에는 간섭에 견딜 수 있는 적합한 검지기 선정이 이루어져야 한다.

8. 유지보수

8.1 일반사항

- (1) 제조자의 사용설명서와 규제 요건에 부합하게 <부록 2> 산소 검지 및 경보장치 등의 유지보수 기록표를 참조하여 정기적인 유지보수 계획을 수립하여야 한다.
- (2) 이 계획에 따라 주기적으로 별도로 정한 검정 및 검사기관에 의뢰하여야 한다.

- (3) 유지보수 절차의 진행은 산소검지기의 운영 및 유지보수에 관한 전문적인 지식이 있는 사내·외 전문가에 의해 실시하여야 한다.
- (4) 검지기 헤드와 흡입용 배관 등은 제조자가 요구하는 기간 내에 점검 및 교정 등을 하여야 한다.
- (5) 유지보수 설비가 충분히 갖춰지지 않았거나, 유지보수 관련 자격자가 제조자가 제시한 점검 및 유지보수 절차를 수행하지 못 할 경우에는 검지기의 수리를 위해 검지기 제조자나 관련 교정 및 검사기관에 검지기를 의뢰하여야 한다. 여기서 자격이 있는 사내·외 전문가는 유지보수 절차를 수행할 능력 이외에 가스의 특성, 산소검지기의 성능시험방법 등을 이해할 수 있고, 해당 법령에서 정한 요건을 만족하고 있다는 것을 의미한다.
- (6) 사업장 내에서 일정한 절차에 따라 유지보수에 관한 전문적인 지식이 있는 자에게 사내 유지보수, 교정 등의 전문가 자격을 부여하고 관리되는 것이 바람직하다.
- (7) 교체용 부속품은 제조자로부터 구입하거나, 동등이상의 성능이 있는 것을 사용하여야 한다.
- (8) 사용설명서에 따라 작동상의 결함을 해결하고, 교정절차에 따라 교정시험을 진행하여야 한다.

8.2 예비점검

- (1) 정기점검 시 검지기는 유지보수 절차의 모든 과정을 적용하여야 한다.
- (2) 특정 기능이 불량인 검지기의 경우에는 고장내역을 기록하고, 확인 점검을 실시하여야 한다.
- (3) 모든 검지기는 출고하기 전에 반드시 정상작동을 확인하고, 교정을 하거나 교정주기 이내이어야 한다.
- (4) <부록 2> 산소 검지 및 경보장치 등의 유지보수 기록표 등을 참조하여 검지기의 과거 점검기록을 검토하여야 한다.
- (5) 고장으로 검지기가 입고된 경우에는 일련의 절차를 진행하기 전 전원공급으로 인한 문제인지 확인하여야 한다.
- (6) 가능한 경우 다음의 절차를 수행하기 위해 전류 제한 및 정류된 직류전원 공급장

치가 필요하다.

- (가) 사용 중 연속적으로 검지기에 직류전원을 인가해 준다.
- (나) 시험, 교체, 충전을 위하여 제거가 가능하고, 독립적으로 운용할 수 있는 전원을 사용하여야 한다.
- (다) 검지기의 전원 공급에 관한 상세한 설명은 제조자로부터 얻을 수 있다.
- (7) 전원 공급부를 점검한 후 센서와 흡입장치, 계기부와 경보 장치 등을 각각 독립적으로 점검하여 결함요소를 제거하여야 한다.
- (8) 부속품을 교체하여 수리하는 경우에는 사용설명서를 참고하여 실시하여야 한다.
- (9) 부속품이 교체되는 경우에는 부속품의 규격 및 허용 공차는 원래의 제품과 일치하여야 한다.
- (10) 다음의 내용은 정기 유지보수 절차에도 동일하게 준용된다.
 - (가) 농도를 알고 있는 시험용 혼합가스를 이용하여 검지기의 응답성능을 점검하여야 한다.
 - (나) 계기와 제어장치, 스위치와 흡입 계통 등을 점검하여야 한다.
 - (다) 외부 전위차계 조절부의 점검은 회전축을 앞뒤로 회전시키거나 접촉 표면부의 진동을 점검하는 것으로써 사용상 결함을 예방할 수 있다.
 - (라) 작동 오류나 전기적으로 회로개방을 유발할 수 있는 외함의 손상 및 비틀림 등이 없는지 점검하여야 한다.
 - (마) 회로기관과 배선에 대한 육안검사를 통해 소손 및 균열부분, 납땜 상태 등을 확인하여야 한다. 모든 배선의 단락 여부와 접속부의 연결상태 등을 점검하여야 한다.
 - (바) 퓨즈와 퓨즈 덮개를 점검하고, 필요한 경우에는 교체하여야 한다.

8.3 센서

- (1) 제조자가 권장하는 산소검지기의 유지보수 시기는 가장 최근 실시한 센서의 교체 시기와 예상 수명, 교정 시 가스에 대한 응답성능 등을 통해 센서를 평가하여 결정

하여야 한다.

- (2) 제조자가 별도로 언급하지 않은 경우에는 고농도의 가연성 가스에 노출된 후에는 센서에 대한 재점검을 하여야 한다.
- (3) 검지기의 영점 조정이 불가능하고, 농도를 알고 있는 가스로 조정이 불가능하거나 출력이 일정치 않은 경우에는 센서를 교체하여야 한다.
- (4) 부착 및 고정 상태, 부식여부, 먼지와 습기의 존재를 점검하고, 손질이나 부품의 교체가 필요한 경우에는 사용설명서에 따라 실시하여야 한다.

8.4 흡입계통

- (1) 이 항의 내용은 흡입식 산소검지기에만 적용한다.
- (2) 흡입계통의 누설 여부와 막힘 여부, 흡입구 및 전기 펌프의 작동상태 등을 점검하여야 한다.
- (3) 청소 및 수리 또는 교체가 필요한 경우에는 사용설명서에 따라 실시하여야 한다.
- (4) 모든 필터 및 배출 장치와 화염방지기는 깨끗해야 하며, 필요한 경우에는 청소 또는 교체하여야 한다.
- (5) 흡입계통 및 샘플가스 흡입용 용기에 대해 외부 물질의 침전상태를 점검해야 하며, 적절한 예방책을 강구하여야 한다.
- (6) 사용설명서에 따라 흡입 계통의 모든 연결부위는 적절히 연결하여야 한다.
- (7) 모든 밸브와 펌프의 유동 부위는 사용설명서에 명시된 방법으로 윤활하여야 하며, 이때 윤활을 목적으로 합성 실리콘을 사용해서는 안 된다.
- (8) 샘플가스 흡입장치는 제조자가 권장하는 시험기기를 사용하여 정량의 샘플가스를 흡입하도록 조정해 주어야 한다.
- (9) 검지기의 정상작동을 위해 흡입 불량으로 인한 고장신호 발생 시에는 반드시 점검을 하여야 한다.

8.5 수신경보기

- (1) 계기가 검지기에 포함되어 있는 경우에는 다음의 절차를 수행하여야 한다.
 - (가) 계기의 파손, 유리 및 렌즈의 균열 여부를 점검하여야 한다.
 - (나) 아날로그 계기는 바늘의 구부러짐, 불안정한 계기의 움직임, 계기의 눈금범위를 벗어난 바늘의 움직임 등을 점검하여야 한다.
 - (다) 디지털 계기는 표시 및 백라이트 불량 여부 등을 점검하여야 한다.
 - (라) 성능 보장을 위해 제조자가 필요하다고 판단하는 경우에는 전기적, 기계적 계기 점검을 별도로 실시하여야 한다.
- (2) 다른 수신기나 경보 출력 등의 기능이 결합되어 있는 경우에는 이들에 대해서도 사용설명서에 따라 별도의 시험을 실시하여야 한다.
- (3) 경보기가 내장된 검지기의 경우에는 전기적인 계기 조정이나 제조자가 권장하는 별도 방법을 통해 경보장치의 작동을 점검하여야 한다.
- (4) 부품의 회로를 개방시키거나 사용설명서에서 제시하는 방법 등으로 회로 기능 이상 시 경보발생 여부를 점검하여야 한다.
- (5) 경보발생 점검을 끝낸 후 검지기의 설정을 초기값으로 조정하여야 한다.
- (6) 전원을 차단하는 등의 초기화 작업 없이도 검지기의 교정 및 시험을 할 수 있는 방법이 제공되는 것이 바람직하다. 이때, 사용자가 검지기의 시험상태를 알 수 있어야 한다.

8.6 검·교정

- (1) 제조자가 권장하는 교정 설비와 절차를 준용하여 다음의 절차에 따라 검지기의 교정을 실시하여야 하며, 교정용 혼합가스는 상업적으로 구매가 가능하여야 한다.
- (2) 모든 교정용 혼합가스와 교정용 검지기들은 신뢰성 있는 결과를 산출하기 위하여 다음 내용을 만족시켜야 한다.
 - (가) 교정용 혼합가스는 최대 측정범위의 오차범위가 0.5 % 이내의 정확도를 가져야 한다.
 - (나) 검지기 정확도는 교정가스에 노출하였을 때 교정가스의 실제농도와 계기 또는 출력지시값의 차이가 0.5 % 이내이어야 한다.

- (다) 교정용 교정가스의 압력을 조절하기 위한 적절한 압력 조절장치 및 연결장치가 있어야 한다.
- (라) 제조자가 권장하는 측정범위의 유량을 정확하게 검지기에 공급하기 위하여 유량계, 유량조절 장치 등이 교정가스 공급배관에 직접 설치하여 사용하여야 한다.
- (3) 조정 가능한 경보를 가진 검지기는 하나의 설정점에서 각 정보를 시험하여야 하고, 경보기만을 갖춘 검지기의 경우에는 경보의 정확도를 확인하기 위해 정격경보 설정값보다 0.5 % 산소농도가 높은 농도의 시험가스와 0.5 % 산소농도가 낮은 시험가스를 사용하여야 한다.
- (가) 16 ~ 20 % 산소농도 사이로 설정된 산소결핍 경보는 더 낮은 농도의 시험가스에서 작동해야 하며, 더 높은 산소농도의 시험가스에서 작동해서는 안 된다.
- (나) 22 ~ 25 % 산소농도 사이로 설정된 산소과잉 경보는 더 높은 농도의 시험가스에서 작동해야 하며, 더 낮은 산소농도의 시험가스에서 작동해서는 안 된다.
- (다) 각 가스농도의 노출시간은 5분 이상, 10분 이하이어야 한다.
- (4) 흡입식 검지기의 경우는 제조자가 추천하는 최대, 최소 흡입유량에서 정확도를 시험하여 최대, 최소 유량 중 한 유량에서라도 성능기준을 만족시키지 못했을 때에는 시험에 부적합한 것으로 간주한다.
- (5) 교정시험을 위해서는 제조자가 권장하거나 검지기 생산 시 사용한 교정가스를 사용하여야 한다.
- (6) 모든 시험은 가스를 안전한 곳으로 배출하여야 한다.
- (7) 검지기는 사용 온도범위에서 안정화되어야 하며, 조절부는 사용설명서에 따라 조정이 가능하여야 한다.
- (8) 교정장비는 검지기와 적절하게 연결하여야 하며, 안정적으로 측정값이 표시하여야 한다.
- (9) 교정주기는 제조자가 요구하는 주기로 실시하여야 한다. 만약, 별도의 교정주기가 없을 경우에는 매분기마다 실시하여야 한다.
- (10) 필요한 경우 교정 전위차계의 측정범위는 수정이 가능하여 감지한 출력값이 실제 사용된 교정용 혼합물의 농도와 일치하도록 하여야 한다. 이때, 제조자가 권장하

는 무산소 교정용 시험가스의 사용여부와 상관없이 영점 조정을 실시하여야 한다.

- (11) 교정용 혼합가스를 제거 후 검지기는 일반 공기 흡입의 과정을 거치게 되며, 필요한 경우에는 위 절차를 반복 실시하여야 한다.
- (12) 경보 설정값 도달 시 경보의 발생 여부를 확인한 후 제조자가 권장하는 일련의 절차를 진행하여야 한다.
- (13) 교정시험은 검지기가 출고되기 전에 수행되는 시험이므로, 교정기록을 검지기의 <부록 2> 유지보수 기록 양식유지보수 기록표에 기재하는 것이 바람직하다.
- (14) 사용자는 사내·외 전문가, 제조자, 검정자로부터 각종 시험, 교정 및 검정 성적서 등을 최신 문서로 받아서 보관하여야 한다.

8.7 정확성 및 재현성

- (1) 계기 또는 출력장치를 가진 검지기의 경우는 검지기 헤드를 측정범위의 70 ~ 90 % 산소농도를 갖는 시험가스에 3회 노출하여야 한다. 다만, 각 노출 사이의 간격은 180초를 초과해서는 안 된다.
- (2) 계기 또는 출력 지시값과 3회를 평균한 값과의 차이가 0.5 % 산소농도를 초과하면 이 교정에 부적합한 것으로 간주한다.
- (3) 경보기만을 갖춘 검지기의 경우 검지기 헤드는 정격 경보 설정값보다 0.5 % 산소농도가 높은 농도의 시험가스와 0.5 % 산소농도가 낮은 시험가스에 3회 노출하여야 한다. 다만, 각 노출 사이의 시간 간격은 180초를 초과해서는 안 된다.
 - (가) 16 ~ 20 % 산소농도 사이로 설정된 산소결핍 경보는 더 낮은 농도의 시험가스에서 작동해야하며, 더 높은 산소농도의 시험가스에서 작동해서는 안 된다.
 - (나) 22 ~ 25 % 산소농도 사이로 설정된 산소과잉 경보는 더 높은 농도의 시험가스에서 작동해야하며, 더 낮은 산소농도의 시험가스에서 작동해서는 안 된다.
 - (다) 각 가스농도의 노출시간은 5분 이상, 10분 이하이어야 한다.

<부록 1>

산소 검지 및 경보장치 등 환경 및 사용 점검표

No	점검사항	점검결과			비고
1	산소검지기 특성은? - 감지방법 - 샘플가스 채취방법 - 특수 환경 - 위치				
2	가스 측정범위는?				
3	감지 가능한 독성, 가연성 가스, 증기의 성분은? - 가스나 증기 화학물질 - 농도 - 주의 사항				
4	검지센서 주위의 예상 산소농도는?	최대	최소	평균	
5	사용 검지기의 측정범위는?	최대	최소	평균	
6	수신기 설치위치의 주위 온도는?	최대	최소	평균	
7	검지기 설치위치의 주위 온도는?	최대	최소	평균	
8	검지기 설치위치의 주위 습도는?	최대	최소	평균	
9	검지기 설치위치의 대기압은	최대	최소	평균	
10	검지기 설치위치의 유속은?	최대	최소	평균	
11	먼지, 부식성물질, 흙, 미스트가 있는가?				
12	실리콘, 납, 할로겐 화합물 등의 감도저하물질이 주위에 있는가?				
13	수신경보기는 폭발위험장소에 적합한가?				
143	검지기는 폭발위험장소에 적합한가?				
15	프로브에서 정전기 위험성은 없는가?				
16	예비품은 확보되었는가?				

<부록 2>

산소 검지 및 경보장치 등의 유지보수 기록표

제조회사		구입일자	
일련번호		모델번호	
설치일자		검지기번호	
교정가스		설치위치	

일상점검

연번	연월일	구 분		점검자(기관명)	수리자(기관명)	수리항목/교체 부품목록
		정기점검	고장점검			
1						
	특이사항					
2						
	특이사항					
3						
	특이사항					
4						
	특이사항					
5						
	특이사항					
비고						

교정기록

연번	일자	비고
1		
2		
3		
4		
5		
특이사항		