

KOSHA GUIDE

H - 113 - 2013

산화에틸렌 노출 근로자의 암 예방지침

2013. 9.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 성균관대학교 의과대학 직업환경의학과 김수근
- 제·개정 경과
 - 2013년 7월 산업보건관리분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
 - IARC(2012) Ethylene Oxide. In: IARC monographs on the evaluation of carcinogenic risk to humans. Chemical Agents and Related Occupations. IARC monographs, Vol. 100F. Lyon, France: World Health Organization. International Agency for Research on Cancer, 379-400
 - 한국산업안전공단 산업안전보건연구원. 근로자 건강진단 실무지침: 제3권 유해인자별 건강장해, 가스상 물질류-3 산화에틸렌. 보건분야-기술자료 연구원 2010-107-955
 - KOSHA GUIDE W-1-2012, 환기설비에 관한 기술지침
 - KOSHA GUIDE H-82-2012, 호흡용 보호구의 사용지침
 - KOSHA GUIDE H-71-2012, 유기화합물 취급 관리 지침
 - KOSHA GUIDE H-102-2012, 발암성 물질 취급근로자의 작업환경
- 관련법규·규칙·고시 등
 - 산업안전보건법 제24조(보건조치)
 - 산업안전보건법 제39조(유해인자의 관리 등), 같은 법 시행령 제31조(허용 기준 이하 유지대상 유해인자)
 - 산업안전보건법 제42조(작업환경측정 등), 같은 법 시행규칙 제93조(작업 환경측정 대상 사업장 등)
 - 산업안전보건법 제43조(건강진단), 동법 시행규칙 제98조(정의)
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3편 보건기준 제1장 관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방
- 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 9월 일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

산화에틸렌 노출 근로자의 보건관리지침

1. 목 적

이 지침은 산업안전보건법(이하 “법”이라 한다) 제24조(보건조치), 제 39조(유해인자의 관리 등) 및 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 “안전보건규칙”이라 한다) 제3편(보건기준) 제1장(관리대상 유해물질에 의한 건강장해의 예방)의 규정에 의하여 작업장에서 산화에틸렌을 취급하거나 노출되는 근로자의 암 발생을 예방하기 위한 기술적인 사항을 정하는 것을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 산화에틸렌에 노출되는 사업장에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “발암물질”이라 함은 암을 일으키거나 그 발생을 증가시키는 물질이며, 발암성 1(A,B)인 물질을 용량비율 0.1이상 또는 발암성 물질 2인 물질을 용량비율 0.1%이상 함유한 제제를 말한다.

(2) 그 밖에 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침에 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙 및 관련 고시에서 정하는 바에 의한다.

4. 산화에틸렌의 물리화학적 특성

산화에틸렌은 고리모양 에테르의 하나이다. 기체로 에틸렌옥사이드라고도 하며, 앞 글자의 약자를 따서 흔히 EO가스라고 한다. 산화에틸렌의 물리화학적 성상은 <표 1>과 같다. 반응성이 풍부하고, 물이나 묽은 황산과 반응하면 에틸렌

글리콜이 되며, 수산화알칼리나 염화주석(IV) 등에 의하여 중합하여 폴리에틸렌 옥사이드가 된다.

<표 1> 산화 에틸렌의 물리화학적 특성

| 항 목 | 내 용 | 항목 | 내용 |
|--------|--|-----------------------|-----------------------------|
| 물질명 | 산화에틸렌 | 물리적 성상 | 기체, 액체(<10.6℃ |
| CAS NO | 75-21-8 | 색상 | 무색 |
| 냄새 | 자극적인 냄새 | 냄새역치 | 50 ppm |
| 화학식 | C ₂ H ₄ O | 분자량 | 44.05 |
| 비중 | 0.887 (물=1) | 밀도 | 1.1196/cm ³ @15℃ |
| 냄새 | 과일향, 달콤한 냄새 | 폭발한계 | 3~100% |
| 녹는점 | -111.3℃ | 끓는점 | 13.5℃ |
| 증기압 | 1,310mmHg @25℃ | 인화점 | -18℃(개방계), -29℃ |
| pH | 자료 없음 | 증기밀도 | 1.49(공기=1) |
| 용해도 | 물 : 가용성 용매 : 벤젠, 아세톤, 에탄올, 에테르, 사염화탄소에 가용 | 옥탄올/물 분배계수(logKow) | -0.30 |

5. 산화에틸렌의 노출

(1) 산화에틸렌은 훈증제, 멸균제, 진균 살균제로 쓰인다. 살균능력이 좋으면서 금속부식성이 없기 때문에 의료기관에서 열에 약한 고무장갑, 정교한 수술 기기, 주사기, 전기기구, 내시경장비, 마취기구 등의 열 민감성 기구의 가스 멸균에 자주 사용된다.

(2) 산화에틸렌은 주로 다른 물질을 합성하는 데에 많이 사용된다. 산화에틸렌 으로부터 합성되는 물질은 다음과 같다.

(가) 부동액이나 폴리에틸렌 테레프탈레이트 등의 원료로 사용될 에틸렌 글리콜 합성의 재료

(나) 계면활성제의 합성 원료

(다) 에탄올아민의 합성 원료

(라) 항공유의 첨가물인 글리콜에테르의 합성 원료

(마) 화장품, 세제 원료

(바) 섬유, 필름, 병제조용 폴리에틸렌, 비전리성 표면장력제

(사) 글리콜에테르, 연료첨가제, 브레이크 윤활유의 원료

(아) 폴리에스테르 수지, 각종 유화제, 플라스틱류, 광택제 등의 원료

(3) 산화에틸렌 생산 제조 공정 근로자, 병원 근로자, 에틸렌 글리콜 제조 근로자 등에서 직업적으로 노출될 수 있다. 종합병원 등의 살균공정에서는 취급량은 적으나 취급근로자가 가장 많고, 멸균기에서 멸균을 끝낸 후 기계 문을 열 때 단시간(15분간) 개인 노출 수준이 매우 높다.

(4) 사용량이 가장 많은 업종 및 공정은 석유정제물 재처리업의 EOA 합성반응 공정이며, 에틸렌글리콜(EG)과 에틸렌옥사이드(EO)정제공정과 그 외 기타 분류 안된 화학제품제조업의 계면활성제 제조를 위한 공정에서 노출될 수 있다.

6. 산화에틸렌의 체내동태

6.1 흡수

(1) 주로 호흡기를 통해 흡수되고, 눈 또는 피부접촉 등에 의해 흡수될 수 있다.

(2) 산화에틸렌은 호흡기를 통해서 혈액으로의 흡수가 빠르다.

6.2 분포 및 축적

(1) 흡수된 산화에틸렌의 혈액에 대한 용해도가 매우 높다.

(2) 산화에틸렌과 그 대사산물은 몸 전체에 급속하게 분포한다.

- (3) 산화에틸렌을 노출되면 가장 많이 검출 되는 곳은 간, 신장, 폐, 비장, 고환, 뇌 등이다.

6.3 대사

- (1) 산화에틸렌은 체내에서 효소 및 비효소적 기전으로 에틸렌글리콜로 전환된 후 배설되거나 더 대사되어 글리콜알데히드(glycolaldehyde)가 된다. 이 경로를 통해 산화에틸렌은 옥살산(oxalic acid), 포름산(formic acid), 이산화탄소로 변환된다.
- (2) 다른 경로로는 산화에틸렌은 글루타티온 S-전이 효소(GSTT1)에 의해서 포합(conjugation)된다.
- (3) 산화에틸렌은 DNA와 단백질 등 생체 고분자의 친핵기를 알킬화하는 친전자제이다. 산화에틸렌은 헤모글로빈 및 알부민 등 단백질과 DNA의는 알킬화에 기여하며, 부가체를 형성한다.

6.4 배설

- (1) 산화에틸렌은 흡입 양의 대부분이 빠르게 소변으로 배설된다.
- (2) 산화에틸렌의 주요 배설 경로는 소변으로 배설되고, 이산화탄소와 산화에틸렌으로 호기로 배설되며, 대변으로도 배설된다.

7. 산화에틸렌의 발암성

7.1.인체발암

- (1) 멸균제로서 산화에틸렌을 사용하는 사람들과 화합물을 제조하거나 사용하는 화학물질 취급 근로자들에서 산화에틸렌 노출과 관련하여 가장 빈번하게 보고되어지는 것은 림프조혈계암이다.

(2) 역학적으로 제한된 증거를 가지지만, 국제암연구기구(IARC)에서는 Group 1로서 사람에게 인체 발암성 물질로 구분하였다. Group 1으로 평가한 이유는 다음과 같이 여러 실험적 근거를 바탕으로 한 확고한 기전이 뒷받침하기 때문이다.

(가) DNA에 직접 반응하는 직접적인 알킬화제이다.

(나) 인체 및 동물실험에서 양반응관계에 따라 헤모글로빈 부가체의 발생빈도를 증가시킨다.

(다) 동물실험에서 양반응관계에 따라 DNA 부가체의 발생빈도를 증가시킨다.

(라) 계통발생학적 수준에서 모두에게 일관적으로 돌연변이원(mutagen) 및 염색체 이상 유발원(clastogen)으로 작용한다.

(마) 노출된 동물의 생식세포에서 유전되는 전좌(translocation)를 유발한다.

(바) 노출된 근로자의 림프구에서 양반응관계에 따라 염색체 이상(chromosomal aberration) 및 자매염색분체교환(sister chromatid exchange), 소핵(micronuclei) 형성빈도를 증가시킨다.

(마) 전향적 연구에서 인체의 암발생 증가위험을 시사하는 소견인, 말초혈액 림프구의 염색체 이상 및 소핵 형성을 증가시킨다.

(3) 미국 산업위생 전문가 회의(ACGIH)에서는 A2 (인체 발암성이 의심되는 물질)로 구분하였고, 미국 환경청(US EPA)에서는 인체발암 가능물질(Probable human carcinogen)로 구분하였다.

<표 2> 산화에틸렌의 발암성 분류

| 기 관 | 분 류 |
|---------------------|---------------------------|
| 국제암연구소(IARC) | Group1 인체 발암성 물질 |
| 미국 산업위생전문가협회(ACGIH) | A2 인체 발암성 추정 물질 |
| 미국 국립독물학프로그램(NTP) | K 인체 발암성 물질 |
| 미국 환경청(EPA) | B1 인체 발암성 추정 물질 |
| 고용노동부 | 1A 사람에게 충분한 발암성 증거가 있는 물질 |

8. 산화에틸렌에 의한 암 예방

8.1 작업관리 방법

산화에틸렌 이 발생하는 작업공정에 대하여는 다음 내용을 포함하는 작업관리 방법을 마련하여 작업 근로자가 이에 따라 작업하도록 한다.

- (1) 사업주는 산화에틸렌을 취급하는 작업장의 보기 쉬운 장소에 산화에틸렌 이 인체에 미치는 영향, 산화에틸렌의 취급상 주의사항, 착용하여야 할 보호구, 응급조치 및 긴급 방재요령을 게시한다.
- (2) 산화에틸렌의 취급업무에 종사하는 근로자는 전용의 작업복을 착용하도록 하여야 하며, 작업복과 개인 의복은 분리하여 보관한다.
- (3) 산화에틸렌을 취급하는 장소에서는 음식물의 저장, 섭취, 흡연 등을 금지한다.
- (4) 발생하는 폐기물 및 청소 걸레 등은 지정된 밀폐 장소에 보관하고, 규정된 절차에 따라 처리한다.
- (5) 산화에틸렌을 취급하는 작업장에는 손과 피부를 씻을 수 있는 세척설비를 갖추어야 하며, 옷이나 피부에 부착되어 산화에틸렌을 다른 장소로 비산 전파되는 것을 방지하기 위하여 목욕 및 세탁설비 등도 설치한다.

8.1.2 교육

산화에틸렌을 취급하는 근로자 및 해당 업무에 종사하게 될 근로자에 대해서는 다음 내용이 포함된 특별안전보건 교육을 16시간 이상 실시한다.

- (1) 당해 작업장에서 사용하는 산화에틸렌에 대한 물질안전보건자료에 관한 사항
- (2) 당해 작업장에서 제조 또는 사용되는 산화에틸렌의 물리·화학적 특성
- (3) 산화에틸렌의 독성과 건강장해 예방대책

- (4) 직업병 예방을 위해 취해진 현재 조치 사항 및 유지, 관리 요령
- (5) 공정별 표준작업 요령
- (6) 국소배기장치 및 안전설비에 관한 사항
- (7) 보호구의 사용법 및 관리방법
- (8) 응급처치방법
- (9) 기타 안전·보건상의 조치 등

8.1.3 산화에틸렌의 취급일지 작성

사업주는 산화에틸렌을 취급하는 업무에 상시 종사하는 근로자에 대해 매 분기마다 다음 내용이 포함된 산화에틸렌의 취급일지를 작성하여 30년간 보존한다.

- (1) 근로자 성명
- (2) 물질 명 및 사용량
- (3) 작업내용 및 업무의 종사기간
- (4) 위급상황에 대한 개요 및 응급조치 요령

8.1.4 근로자의 준수사항

산화에틸렌의 취급 업무를 행하는 근로자는 다음 사항을 준수한다.

- (1) 산화에틸렌의 취급 작업 중에는 가동 중인 국소배기장치 등을 임의로 정지시키지 않는다.
- (2) 산화에틸렌이 가능한 한 작업장 내로 발산되지 않는 방법으로 작업한다.

- (3) 산화에틸렌에 노출되지 않도록 주의하면서 작업한다.
- (4) 지급된 보호구는 사업주 및 관리감독자 등의 지시에 따라 반드시 착용한다.
- (5) 기타 산화에틸렌에 의한 건강장해 예방을 위하여 사업주 및 관리감독자 등의 지시에 따른다.

8.1.5 취급 및 보관 시 주의사항

- (1) 산화에틸렌은 전용의 저장창고 또는 구획된 장소에 보관하고 아래와 같은 사항을 준수한다.
 - (가) 관계 근로자 외의 출입을 금지하는 경고표지 작성 부착
 - (나) 산화에틸렌 가스상 물질의 배출을 위한 설비(국소배기장치 등)
 - (다) 불박이장, 선반 등은 쓰러지거나 용기가 낙하되지 않도록 고정
 - (라) 산화에틸렌의 누출을 감지할 수 있는 경보설비의 설치
- (2) 산화에틸렌은 산과 알칼리 등에 반응성이 좋으므로 함께 보관하지 않는다.

8.2 작업환경평가

8.2.1 작업환경측정 준비와 실시

- (1) 사업주는 작업환경 실태를 파악하기 위하여 해당 근로자 또는 작업장에 대해 작업환경측정의 계획을 수립하고 시료를 채취하고 분석 평가해야한다.
- (2) 사업주는 작업환경측정을 하기 전에 예비조사를 실시해야 한다.
- (3) 작업환경측정은 작업이 정상적으로 이루어져 작업시간과 유해인자에 대한 근로자의 노출 정도를 정확히 평가할 수 있을 때 실시해야 한다.

- (4) 사업주는 어떤 근로자가 호흡용 보호구가 필요 없는지, 산화에틸렌의 노출 기준 이상에 노출되는 지를 확인하여야 한다.
- (5) 근로자는 그들에게 정하여진 산화에틸렌에 1일 8시간 시간가중노출을 반영하는 근로자의 호흡위치에서의 시료채취에 응해야 한다.
- (6) 수 명의 근로자가 작업분류, 업무, 작업지역, 작업교대, 일하는 기간, 산화에틸렌에 노출 수준이 동일하다고 하면 사업주는 모든 근로자 대신에 이들 근로자를 대표하는 수만큼의 수로서 노출 농도의 모니터링을 할 수 있다. 그러나 대표성을 갖는 시료의 수는 최고의 산화에틸렌 노출이 될 것으로 예상되는 근로자를 포함하여야 한다.
- (7) 작업환경측정방법은 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시 (고용노동부고시 제2012-31호)에 따른다.
- (8) 작업환경측정 결과 및 평가에 대한 모든 기록은 30년간 보존한다.
- (9) 작업환경측정방법은 작업환경측정 및 지정측정기관 평가 등에 관한 고시 (고용노동부고시 제2012-31호)에 따른다.

8.2.2 공기 중 노출기준

거의 모든 근로자에게 암과 중추신경계 장애가 발생하는 것을 방지하기 위한 기준으로 1일 작업시간동안의 시간가중평균농도(Time Weighted Average : TWA)로 1 ppm (2 mg/m³)이다.

8.2.3 작업환경측정결과의 알림

사업주는 작업환경측정결과를 다음 각 호의 어느 하나에 방법으로 해당 사업장 근로자에게 알려야 한다.

- (1) 사업장 내의 게시판에 부착하는 방법

(2) 사보에 게재하는 방법

(3) 자체 정례조회 시 집합교육에 의한 방법

(4) 해당 근로자들이 작업환경측정결과를 알 수 있는 방법

8.3 작업환경관리

8.3.1 산화에틸렌의 대체 사용

(1) 산화에틸렌을 사용하는 경우 발암성이 없는 물질로 대체한다.

(2) 물질을 대체하는 경우에는 새로운 물질의 유해성에 대하여 면밀히 검토한다.

8.3.2 작업공정의 적정 배치

작업장 내에 산화에틸렌 취급업무가 이루어지는 작업공정을 배치시키는 경우에는 다음과 같은 조치를 취한다.

(1) 해당 공정이 분산 배치되지 않도록 하고 다른 작업장과 격리시킨다.

(2) 해당 공정을 가능한 한 자동화한다.

(3) 관련 기계, 기구 등을 배치할 때는 밀폐시킨다.

(4) 국소배기장치 등을 설치하여 근로자에게 산화에틸렌의 노출을 최소화한다.

8.3.3 발생원의 밀폐 등 조치

산화에틸렌 취급 업무를 행하는 작업장에는 다음과 같이 발산원을 밀폐하는 설비를 설치한다.

(1) 작업상 필요한 개구부를 제외하고는 완전히 밀폐시킨다.

- (2) 산화에틸렌의 보관 장소 등 밀폐된 작업 장소의 내부는 전체환기장치를 설치하여 음압으로 유지한다.
- (3) 작업특성상 밀폐실 내부를 음압으로 유지하는 것이 곤란한 경우 또는 개구부 등을 통하여 포름알데히드가 누출되는 경우에는 해당 부위에 국소배기장치를 설치하여 산화에틸렌의 발산을 최소화한다.

8.3.4 환기

8.3.4.1 전체환기

사업주는 산화에틸렌을 취급하는 공정에 설치된 국소배기장치의 배기량을 보충하는 전체환기장치를 설치해야 한다. 설치하지 않은 경우 국소배기장치의 필요송풍량이 달성되지 않는다. 전체환기장치를 설치할 경우에는 다음과 같은 사항을 따르는 것이 좋다

- (1) 외부공기는 가능한 신선한 공기가 공급되는 장소여야 한다. 외부공기가 유입되는 송풍구나 급기구에는 필요시 외부로부터 유해물질의 유입을 막기 위한 필터나 흡착시설 등을 설치한다.
- (2) 작업장 외부로 배출된 공기가 당해 작업장 또는 인접한 다른 작업장으로 재유입되지 않도록 필요한 조치를 취해야 한다.
- (3) 전체 환기장치를 설치할 때 국소배기장치에서 배기되는 송풍량을 고려하여 그 효율이 떨어지지 않도록 적절한 필요 환기량을 산정하여야 한다. 필요 환기량의 산정은 “환기설비에 관한 기술지침(KOSHA GUIDE W-1-2012)”의 <별표1>을 참고한다.

8.3.4.2 국소배기장치의 설치

산화에틸렌의 취급 업무를 행하는 작업장에 국소배기장치를 설치하는 경우에는 다음에 적합한 구조로 한다.

- (1) 국소배기장치의 후드는 작업 방법, 발암물질의 발산 상태 등을 고려하여 산화에틸렌을 흡인하기에 적당한 형식과 크기로 한다.
 - (가) 후드는 발산원마다 설치한다.
 - (나) 후드의 형식은 포위식 또는 부스식 후드를 설치하는 것을 원칙으로 한다.
 - (다) 포위식 또는 부스식 후드를 설치하기가 곤란한 경우에는 외부식 또는 레시바식 후드를 설치하되 발암성물질이 발생하는 발산원에서 가장 가까운 위치에 설치한다. 후드로 들어가는 공기 방향이 근로자 호흡기를 통과하지 않도록 해야 한다.
- (2) 국소배기장치의 덕트 길이는 가능한 짧게 하고 굴곡부의 수를 적게 하여 압력손실을 최소화한다.
- (3) 국소배기장치는 후드, 덕트, 공기정화장치, 송풍기, 배기구의 순으로 설치하는 것을 원칙으로 한다.
- (4) 국소배기장치의 배기구는 직접 외부로 향하도록 한다.
- (5) 국소배기장치의 배기구 높이는 옥상 또는 옥상, 난간상부로부터 건물 높이의 0.5배 이상으로 하여 배출된 발암성물질이 당해 작업장으로 재 유입되거나 인근의 다른 작업장으로 확산되지 않는 구조로 한다.
- (6) 전체환기장치의 외부 공기 유입구와도 15 m이상 거리를 두는 것이 좋다
- (7) 국소배기장치에 공기정화장치를 설치하는 경우에는 고체흡착 방식, 연소 방식 또는 이와 동등 이상의 성능을 가진 공기정화장치를 설치한다.
- (8) 국소배기장치의 성능은 물질의 상태에 따라 [표 2]에서 정하는 제어풍속 이상이 되도록 한다.

<표 3> 발암성물질 취급 업무 관련 국소배기장치 후드의 제어풍속

| 물질의 상태 | 후드 형식 | 제어풍속(m/sec) |
|--------|-----------|-------------|
| 입자 상태 | 포위식 포위형 | 0.7 |
| | 외부식 측방흡인형 | 1.0 |
| | 외부식 하방흡인형 | 1.0 |
| | 외부식 상방흡인형 | 1.2 |

1. 물질의 상태에서 “입자상”이라함은 발암성물질이 후드로 흡인될 때의 상태가 흙, 분진 또는 미스트인 경우를 말한다.
2. 이 표에서 제어풍속이란 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 상태에서 측정한 제어풍속을 말한다.
3. 이 표에서의 제어풍속은 후드형식에 대하여 각각 다음에 정한 위치에서 풍속을 말한다.
(가) 포위식 후드에서는 후드 개구 면에서의 풍속
(나) 외부식 후드에서는 당해 후드에 의하여 발암성물질을 흡인하고자 하는 범위 내에서 당해 후드 개구 면으로부터 가장 먼 작업위치의 풍속

8.3.4.3 국소배기장치의 정상 가동

산화에틸렌을 취급하는 작업장에 설치된 국소배기장치를 가동하는 경우에는 다음 사항을 준수한다.

- (1) 국소배기장치는 설치 목적에 알맞도록 가동하고 작업 중에 작업자가 임의로 가동을 중지시킬 수 없는 구조로 한다.
- (2) 국소배기장치가 정상 가동이 되지 않는 경우에는 작업자가 이상 상태를 즉시 인지 할 수 있도록 경보장치 등을 설치한다.
- (3) 후드 가장자리에 가벼운 끈 등을 부착하여 제어되는 방향과 강도를 근로자가 보고 국소배기장치의 성능을 판단할 수 있도록 하는 것이 좋다.
- (4) 산화에틸렌이 발산되어 근로자가 급성중독의 위험이 있거나 화재·폭발 위험이 있는 경우에는 작업을 중단하거나 제한할 수 있도록 하고 시설, 장비 등의 가동이 자동적으로 중단되도록 한다.
- (5) 작업이 종료된 이후에도 작업장 내에 산화에틸렌이 발산되는 제품 등이 있는 경우에는 유해요인이 제거될 때까지 국소배기장치를 계속 가동한다.

- (6) 당해 국소배기장치의 가동 여부를 수시 확인하고 필요할 때는 가동일지 등을 기록, 보관한다.

8.3.4.4 국소배기장치의 관리

국소배기장치를 설치한 후 처음 사용하거나 분해하여 개조 또는 수리한 후 재사용 할 경우에는 다음 사항을 점검하고 이상을 발견하면 즉시 청소, 보수하는 등 필요한 조치를 하여 항상 성능이 유지되도록 한다.

- (1) 덕트 및 배풍기의 분진 퇴적 상태
- (2) 덕트 접속부의 이완 유무
- (3) 흡기 및 배기 능력의 적정성
- (4) 기타 국소배기장치의 성능 유지를 위해 필요한 사항

8.3.4.5 국소배기장치 안전검사 실시

- (1) 사업주는 산업안전보건법 제36조 및 같은 법 시행규칙 제74조에 의거하여 작업 중 국소배기장치(제진장치 및 배출가스 처리장치포함)가 효과적으로 작동하고 있는지 확인하기 위해 노동부령이 정하는 자격을 가진 자로 하여금 매년 1회 이상 정기적으로 안전검사를 실시하고 그 결과를 기록, 보존하여야 한다.
- (2) 사업주는 근로자대표의 요구가 있을 때에는 자체검사에 근로자대표를 입회 시켜야 한다.

8.3.5 의료기관의 멸균공정

- (1) 소독기(Sterilizer)는 허가를 받은 근로자가 출입할 수 있는 별도의 밀폐된 공간에 위치해 있어야 한다. 밀폐된 공간에는 국소배기장치 또는 전체환기 시설이 반드시 있어야 한다.

- (2) 멸균작업은 여러 곳으로 산재되어있지 않는 형태인 중앙공급실내의 멸균실의 형태로 별도로 구성되어 있어야 하고 담당자 이외에 접근이 제한되어야 한다.
- (3) 소독기는 적외선 분석기로 적어도 산화에틸렌의 누출여부를 분기에 1회 이상 점검하여야 한다.
- (4) 국소배기장치는 소독기 문 상단에 소독기와 연결된 형태 또는 외부식 상방향 후드형태로 설치하는 것이 바람직하고 그렇지 못한 경우 잔류가스 등이 발생가능한 곳의 상단 위치에 설치하여 EO가스를 제거한다.
- (5) 소독이 끝난 후에는 국소배기장치를 가동하고 가능하면 산화에틸렌 잔류가스 제거장치(농도완충방식)를 이용하여 제거하거나, 전체환기를 위하여 적어도 15분 동안은 문을 약간 열어놓은 채로 그대로 두어 완전히 없애도록 한다.
- (6) 산화에틸렌 가스를 공급하는 가스통은 별도로 환기가 되는 밀폐공간에 설치하는 것이 바람직하다.
- (7) 산화에틸렌 잔류가스가 노출될 수 있는 연결부위가 존재하는 공기조절기와 과압력 방지밸브는 완전히 핏팅(fitting)되어있어야 하고, 연결부위를 풀어서 작업을 할 경우 반드시 연결부위 전용 국소배기장치(플렉서블 덕트가 장착된 이동식 국소배기장치)를 이용하여 산화에틸렌 잔류가스를 환기하여야 한다.
- (8) 산화에틸렌의 환기여부의 확인을 위해 가스탐지기를 설치하고 누출 시 알 수 있도록 경보장치를 하는 것이 바람직하다.
- (9) 국소배기장치나 전체환기시설에 의하여 환기된 산화에틸렌 가스는 다시 안으로 환류 되어서는 안되며, 환류가 되지 않게 하기 위하여 중앙공급실 내부를 양압을 유지하는 것이 바람직하다.
- (10) 산화에틸렌으로 소독된 기구는 약 5%의 산화에틸렌 가스가 남아 있을 수 있기 때문에 공기를 쏘여 잔류가스 희석·제거하는 과정을 반드시 거쳐야 한다.

8.3.6 산화에틸렌 투입, 운반, 정제, 검사·시험 공정

- (1) 산화에틸렌을 다른 용도로 사용하기 위하여 투입하거나 운반하기 위한 파이프라인의 연결부위의 미세한 틈(leak)에 의하여 누출되지 않도록 조치를 취한다.
- (2) 산화에틸렌 공급라인의 연결부위에 실리콘, 불소, 아크릴 폴리머 등의 재질로 된 O-ring 등을 이용하여 연결부위를 완전히 밀착한 후 라인 겉 부분을 지름이 맞는 핏팅을 이용하여 완전하게 밀폐한다.
- (3) 옥내 작업장인 경우 연결부위에는 가능하면 이동식 국소배기장치를 설치하는 것이 바람직하다. 옥외작업장인 경우에는 작업자의 접근제한 등과 아울러 연결부위의 상태를 담당자가 수시로 점검하도록 한다.
- (4) 취급공정의 적정한 배치가 필요하며 산화에틸렌의 취급공정이 여러 곳이 있는 경우 분산 배치되지 않도록 하고 가능하면 타 작업장과 격리시키는 것이 바람직하다.

8.3.7 개인보호구

- (1) 산화에틸렌을 취급하는 근로자는 호흡기 노출을 방지하기 위하여 안전인증을 받은 개인전용 호흡용 보호구를 착용 한다. 다만, 산화에틸렌의 발생 상태가 가스상으로 방독마스크를 착용한다.
호흡용 보호구의 사용 및 관리에 대한 자세한 내용은 “호흡용 보호구의 사용지침(KOSHA GUIDE H-82-2012)”를 참고한다.
- (가) 50ppm: 공기 중 산화에틸렌의 농도가 50ppm이상인 경우 공기여과식 호흡보호구를 착용해야 한다.
- (나) 2000ppm: 공기 중 산화에틸렌의 농도가 2000ppm이상인 경우 송기 마스크(압력디멘드형, 전면형) 또는 연속 유출입형 송기마스크를 착용한다.

(다) 미지농도 또는 기타 생명이나 건강에 급박한 위험이 있는 경우: 송기마스크 (복합식 에어라인 마스크) 또는 전면형 공기호흡기를 착용한다.

(2) 근로자의 피부노출을 방지하기 위한 보호 장갑은 산화에틸렌의 피부 흡수를 방지할 수 있는 니트릴 소재의 고무장갑을 착용한다.

작업특성상 근로자가 피부 보호구의 착용이 곤란한 경우에는 피부 보호용 도포제를 사용하고 작업한다.

(3) 개인 보호구의 관리에 대한 자세한 내용은 “개인보호구의 사용 및 관리에 관한 안전가이드(KOSHA GUIDE G-12-2011)”를 참고한다.

8.4 건강관리

8.4.1 근로자 건강진단

8.4.1.1 건강진단을 할 때 고려사항

(1) 산화에틸렌에 대한 특수검진은 호흡기, 신경계, 조혈기, 생식질환에 대해 유의 있게 진찰을 받도록 하고 있다. 혈액검사를 통해 혈색소량, 혈구 용적치를 알아보고, 요 검사를 통해 단백뇨를 검사한다. 또한 간기능 검사까지를 필수 검사항목으로 정하고 있으며, 선택적으로 신기능 검사나 생식검사 등을 해 볼 수 있다.

(2) 조혈기계, 간담도계, 호흡기계 등의 검사는 표준화된 방법에 의해 정도관리를 수행하는 인증된 실험실에서 검사하여야 하며 정상범위는 각각의 실험실에서 정한 참고 값을 기준으로 한다.

(3) 산화에틸렌의 직접적인 노출을 밝힐 수 있는 생체지표물질과 그에 따른 기준이 없다.

8.4.1 건강진단 실시방법

건강진단 실시 주기, 건강진단항목, 산업의학적 평가(건강관리구분, 업무수행 적합성 여부 평가, 사후관리)에 대한 구체적인 사항은 “근로자 건강진단 실무지침: 제2권 유해인자별 특수건강진단 방법, 가스상 물질류-3 산화에틸렌. 보건분야 기술자료 연구원. 2010-107-955”를 참고한다.

8.4.2 수시건강진단을 위한 참고사항

- (1) 사업주는 근로자가 다음과 같은 증상과 징후를 보이는 경우에 수시건강진단을 실시한다.
“근로자가 호흡기, 신경계, 조혈기, 생식기계 등의 이상증상 및 증후”
- (2) 특수건강진단기관은 사업주가 수시건강진단의 필요성에 대하여 자문을 요청하는 때에는 자문에 응한다. 이 경우 특수건강진단기관의 의사는 사업주에게 수시건강진단의 필요성 여부에 대하여 자문결과서로 통보한다.

8.4.3 근로자의 자각증상에 따른 조치

- (1) 근로자는 눈, 코 및 목의 자극증상이 있고 특이한 맛이 나며, 두통, 구역, 구토, 졸음, 무력증, 협조운동실조 등의 자각증상을 인지한 경우에는 관리감독자나 보건관리자 또는 사업주에게 즉시 통보한다.
- (2) 근로자로부터 통보를 받은 관리감독자나 보건관리자는 이를 즉시 사업주에게 통보한다.
- (3) 당해 통지를 접한 사업주는 즉시 다음 조치를 취한다.
 - (가) 자각증상의 원인조사
 - (나) 작업환경상의 문제점 파악
 - (다) 당해 근로자의 작업방법 점검
 - (라) 파악된 문제에 따른 조치

| |
|----------------|
| KOSHA GUIDE |
| H - 113 - 2013 |

(마) 필요시 해당 근로자에 대한 건강진단 실시 등

8.4.4 근무금지

산화에틸렌을 제조하거나 취급하는 작업에는 임신부나 18세 미만의 사람이 종사하지 않도록 한다.