

미국의 연중독 예방규칙(I)

가톨릭의과대학 이 병 국
예방의학교실

필자는 미국 산업안전보건법 1910.1025 항의 “연”(Lead)에 관한 규정을 요약하여 2회에 걸쳐 소개하고자 한다. 본 연에 관한 health standard는 미국 산업안전보건성(OSHA)이 발족한 이래 공표한 18개의 보건기준중의 하나이다.

앞으로 우리나라에서도 보건기준(health standard)을 설정할 때 어떠한 내용이 포함되어야 하는지를 검토하는데 참고가 되리라 믿는다.

미국의 산업안전보건성(OSHA)은 1978년 11월 14일 연의 직업적 폭로에 대한 영구기준(permanent standard)을 공표하였다. 이전에는 시행세칙없이 공기중의 허용농도만을 0.15 mg/m^3 을 설정하고서 세부사항을 정하지 않았었다.

1. 적용범위

건설업과 농업을 제외한 모든 연취급사업장에 적용된다.

2. 용어의 정의

“action level”이란 근로자가 호흡용보호구(respirator) 사용유무에 관계없이 8시간동안의 평균 기준농도가 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 인 수준을 의미한다.

연(lead)이란 금속연(metallic lead), 모든 무기연 화합물과 유기연 soap를 의미한다. 이 정의에서 벗어난 모든 연은 유기연화합물이다.

3. 허용폭로한계(Permissible Exposure Limit: PEL)

가. 8시간 작업동안에 평균 $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 의 기준농도 이상에 폭로되지 않아야 한다.

나. 8시간이상 폭로될 경우 허용폭로 기준은 시간가중평균(time weighted average:TWA)으로서 다음식에 따라서 낮아져야 한다.

최대허용기준(Maximum Permissible Limit: $\mu\text{g}/\text{m}^3$) = $400 \div$ 일일작업시간

다. PEL을 준수하기 위한 공학적대책(engineering control)과 작업방법(work practice) 관리이외에 부수적으로 적법한 호흡용보호구가 사용될 경우 호흡용보호구가 보호할수 있는 보호능력(protection factor)을 고려하여 해당 사업장의 폭로한계를 정할 수도 있다.

4. 폭로 모니터링(Exposure Monitoring)

가. 일반사항

1) 근로자폭로(employee exposure)란 해당근로자가 호흡용보호구 없이 폭로되는 폭로농도를 의미한다.

(* 미국의 작업장 허용농도의 기준은 지역농도(area exposure)가 아닌 개인폭로농도(personel exposure level)이다.)

2) 사업주는 적어도 7시간이상의 전작업기간동안의 개인폭로 측정 자료를 수집해야 한다.

3) 전 작업기간동안 연은 개인폭로 자료에 해당근로자의 정규적인 매일의 연폭로 농도를 대

표한다.

나. 최초측정 (Initial determination)

본 연규정에 의해 규제를 받는 작업장이나 근로자들을 가지고 있는 사업주는 해당근로자들의 폭로농도가 action level 이상인지 아닌지를 판정하기 위한 측정을 하여야 한다.

다. 최초측정의 기본 (Basis of initial determination)

1) 사업주는 근로자폭로 (employee exposure)를 모니터링해야 하고 이 자료를 최초 측정의 자료로서 참고해야 한다. 또한 다음의 경우에도 최초측정을 해야한다.

A) 근로자가 연에 폭로되었다는 어떤 정보나 관찰등이 있을 때.

B) 과거 기중연농도를 측정했던 사업장의 경우

C) 연폭로에 관련된 근로자들의 증상의 호소가 있을 경우

2) 최초측정을 위한 근로자 폭로 모니터링은 가장 고농도폭로라고 생각되는 근로자의 측정으로 제한할 수 있다.

3) 지난 12개월동안의 기중연농도의 측정값으로 최초측정을 대신할 수 있다.

라. 양성 최초 측정과 최초 모니터링 (positive initial determination & Initial monitoring)

1) 연취급사업장에서 근로자들의 연폭로가 action level 이상으로 폭로될 가능성이 있을 때는 언제나 최초측정을 해야한다.

사업주는 연에 폭로된 개개인의 근로자를 대표할수 있는 모니터링을 실시해야 한다.

2) 과거 12개월 이내에 측정된 기중연값을 최초측정으로 대신할 수 있다.

마. 음성 최초측정 (Negative initial determination)

사업주는 최초측정결과 모든 근로자들이 action level 이상 폭로되지 않았을 경우 서면으로 측정일자, 측정위치 그리고 개인 측정값의 근로자 성명과 사회보장번호등을 기재하여 보관하여야 한다.

바. 측정빈도 (Frequency)

1) 최초측정결과 action level 이상의 작업장에 근무하는 근로자폭로가 한명도 없을 경우 재측정할 필요가 없다.

2) 최초측정결과 근로자폭로농도가 action level ($30 \mu g/m^3$) 과 PEL ($50 \mu g/m^3$) 사이의 값을 나타내면 해당근로자의 폭로농도가 2번이상 측정하여 action level 이하로 떨어질 때까지 매 6개월마다 환경측정을 해야한다.

3) 최초측정결과 근로자 폭로농도가 PEL 이상일 경우 매 3개월마다 기중연농도를 측정하여야 한다. 일주일이상의 간격으로 2회이상 측정하여 근로자 폭로농도가 PEL 이하로 떨어질 경우 6개월에 1번 측정으로 측정회수를 줄일수 있다.

사. 추가 폭로측정 (Additional monitoring)

생산, 작업공정 기타 이유에 의하여 연폭로의 변화가 예상될 때는 언제나 새로운 혹은 추가의 해당 근로자들의 기중연농도의 측정이 요구된다.

아. 근로자의 인지 (Employee notification)

1) 환경측정결과는 측정기관으로 부터 통보받든지 5일 이내에 사업주는 서면으로 해당근로자 (개인 exposure sampling 을 한 근로자)에게 측정결과를 통보해야 한다.

2) 측정결과가 허용폭로기준 (PEL) 을 초과할 경우 사업주는 해당근로자에게 폭로수준을 낮출수 있는 교정방법을 제시해서 결과를 통보해야 한다.

3) 측정의 정밀도 (accuracy) 는 $\pm 20\%$ 이 내 이어야 한다.

5. 연중독 예방규칙 준수 방법 (Method of Compliance)

1) 공학적 및 작업방법관리 (Engineering and work practice control)

① 어느 근로자이든지 PEL 보다 높은 개인 폭로농도에 1달이상 폭로될 경우 사업주는 이들의 폭로농도를 낮추기 위해 공학적 관리와 작업방법관리를 하여야 한다. 각 업종별로 PEL 을

준수하기 위한 실행계획은 표 1 과 같다.

공학적관리와 작업방법관리를 통한 관리로서 근로자들의 개인폭로를 PEL 이하로 낮추지 못할 경우는 언제나 호흡용보호구(respirator)를 추가로 지급하여 개인폭로농도를 낮추어야 한다.

표 1 실행 일정표

사 업 장	최종준수년 (compliance date)*		
	200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
1 차 연생산	(3)	3	10
2 차 연생산	(3)	3	5
연축전지 제조업	(3)	2	5
자동차 제조업	(3)	—	7
전자산업, 잉크 제조업, 페인트외	(3)	—	1
연안료생산, 비철 주물, 조선, 폐전	(3)	—	—
지수거, 2 차동제련, 연주조	(3)	—	—
기타 모든 업종	(3)	—	2½

*연중독 예방규칙 발효일로부터 계산

② 어느근로자나 PEL 보다 높은 농도에 폭로되나 30 일 이내로 폭로될 경우 사업주는 공학적이거나 작업방법관리등을 이용하여 기중연농도를 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 개인폭로를 낮추어야하고 그후 공학적 및 작업방법관리 혹은 호흡용보호구 착용등을 통하여 근로자의 폭로농도를 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 이하로 낮추는 것이 바람직하다.

2) 호흡기 보호 (Respiratory protection)

공학적관리나 작업방법관리등으로 근로자들의 개인폭로농도를 PEL 이하로 낮추지 못할 경우 추가로 국가검인용 호흡용 보호구를 지급하여야 한다.

3) 준수계획 (Compliance program)

① 모든 사업주는 표 1 의 실행계획표의 일정에 맞추어 공학적개선이나 작업방법관리만으로 근로자의 개인폭로 농도를 PEL 이하로 낮추

거나 실행일정표에 따른 해당기간에 합당한 잠정폭로수준 (interium levels)으로 낮추기 위한 문서화된 준수계획 (written compliance program)을 세워야 한다.

② 문서화된 개선계획은 최소한 다음과 같은 내용이 포함되어야 한다.

A) 연이 배출되는 각작업공정의 기술 : 사용된 기계명, 원자재, 공정관리, 근로자수, 근로자들의 업무한계, 기계작동방법, 그리고 수리 보존방법등.

B) 근로자 개인의 폭로수준을 낮추기 위한 구체적인 개선방법의 기술 : 구체적인 공학적 개선방법, 개선을 위해 최선의 방법을 선정할 때 검토한 내용들.

C) PEL 이하로 낮출수 있다는 기술적 보고.

D) 기중연 측정자료

E) 구체적인 개선계획의 일정 : 개선장비의 구입전표의 복사, 타기관과의 공학적개선에 필요한 용역계약서등.

F) 작업방법관리 내용

G) 행정관리 계획

H) 기타 필요한 내용

4) 잠정농도의 비경과 (Bypass of interium level)

사업주가 근로자 폭로농도를 PEL 이하로 낮추기 위하여 공학적이거나 작업방법관리만을 계획하고 표 1 에 따른 업종별 실행계획표에 따라 개선을 할 경우 최종적으로 PEL 을 유지해야 하는 해당기간전에는 잠정적으로 이보다 높은 잠정농도를 유지할 수 있으나, 여러가지 이유로 잠정농도를 거치지 않고 곧바로 PEL 이하로 개선하는 방법이 더 바람직할 경우에는 하기의 조건으로 잠정농도의 기간경과 없이 최종해당년도에 PEL 을 준수하면 되는 계획을 세울 수 있다.

① 잠정농도 (Interium level) 를 거치지 않고 PEL 수준으로 개선하는 것이 자원이용등 기타 여러면으로 이익이 된다는 확실한 자료가 있어야 한다.

② 사업주는 PEL 수준이하가 될 때까지의 기간동안에 폭로근로자들을 보호할 모든 가능한 조치를 제공해야 한다.

③ 사업주는 가장 가까운 OSHA 사무소에 개선계획의 완료 및 수정을 사유발생 10일 이내에 보고해야 한다.

5) 기계적 환기 (Mechanical ventilation)

① 환기장치의 효율성을 입증하기 위하여 포착속도 (capture velocity), 분진속도 (dust velocity) 그리고 정압 (static pressure) 등은 적어도 매 3개월마다 측정하여야 한다.

작업공정의 변화가 있을 경우 5일 이내에 상기 측정을 해야한다.

② 공기 재순환 (Recirculation of air)

국소배기장치로 부터 공기가 재순환될 경우 사업주는 장치가 신뢰할만한 집진장치 (back-up filter)를 가지고 있는지, 그리고 집진이 제대로 안될경우 재순환되지 않고 배출되도록하는 모니터링장치가 있는지를 확인해야 한다.

6) 행정적 관리

근로자들의 연폭로를 줄이기 위한 작업전환계획을 가져야 한다.

6. 호흡기 보호 (Respiratory Protection)

1) 일반사항

호흡용보호구의 사용이 요구되는 사업장에서 사업주는 사업주부담으로 호흡용보호구를 제공해야 한다.

호흡용보호구는 다음과 같은 경우에 사용되어질 수 있다.

① 법에 의한 잠정농도 (interium level)가 허용되는 기간을 제외하고는, 공학적관리나 작업방법관리를 도입하거나 시행하는 과정에서 사업주는 근로자에게 일일 4.4시간이상 음압 호흡용보호구 (Negative pressure respirator)의 착용을 요구할수 없다.

② 공학적 및 작업방법관리만으로 PEL 이하로 기중연농도를 낮추기 어려울 때

③ 근로자가 원할경우 언제나 제공해야 한다.

2) 호흡용보호구의 선정 (Respirator selection)

① 호흡용 보호구가 필요할 경우 다음표 2의 기준에 따라 사업주는 선택하여야 한다.

② 사업주는 공기정화장치가 달린 동력이 달린 호흡용보호구 (powered air-purftyng respirator)를 다음의 경우 제공해야 한다.

A) 근로자가 상기형을 원할경우

B) 상기형의 호흡용보호구가 효과가 클 경우

③ 사업주는 미국 광산 안전보건국 (Mine Safety & Health Administration : MSHA) 과 미국 산업안전보건 연구소 (National Institute for Occupational Safety & Health : NIOSH) 에서 승인한 검정품을 사용해야 한다.

3) 호흡용보호구의 사용 (Respirator usage)

① 사업주는 호흡용보호구를 사용하는 근로자가 이를 사용하는데 적합한 보호구를 제공해야 한다.

표 2 연폭로에 의한 호흡기 보호 (Respiratory protection for lead aerosol)

기중연농도	요구되는 호흡용 보호구
PEL × 10 배이하 (0.5mg/m ³ 이하)	고성능 filter*가 장치된 half-mask 공기정화 호흡용 보호구
PEL × 50 배이하 (2.5 mg/m ³ 이하)	고성능 filter가 장치된 full facepiece 공기정화 호흡용 보호구
PEL × 1000배이하 (50mg/m ³ 이하)	동력형 고성능 filter가 달린 공기정화 호흡용 보호구
PEL × 2000배이하 (100 mg/m ³ 이하)	양압형 공기주입 전안면 호흡용 보호구
PEL × 2000배이하 (100 mg/m ³ 이상)	전안면 자체호흡기구 부착된 양압형 호흡용 보호구

* 0.3μ 크기의 입자가 99.97%가 걸러지는 것을 의미

② 사업주는 처음 보호구를 제공시 보호구의 안면밀착도 검사를 실시해서 제공해야 하며 이후 매 6개월마다 한번씩 안면밀착도 검사를 해야한다.

4) 호흡용보호구 사용계획 (Respirator program)

① 사업주는 근로자가 호흡용보호구의 사용중 호흡저항이 생길경우 지체없이 교환해 주어야 한다.

② 사업주는 근로자가 안면피부자극을 예방하기 위하여 안면을 씻기위해 작업장을 떠날때는 언제나 허용해야 한다.

7. 보호의와 기타보호장비 (Protective work clothing and equipment)

사업주는 근로자들이 PEL 보다 높은 기준연 농도에서 작업할경우 적절한 보호의와 보호구를 지급해야 한다.

지급해야할 보호의와 보호구의 종류는 다음과 같다.

- ① 상하 작업복
- ② 장갑, 모자, 구두 혹은 1회용 구두덮개
- ③ 안면보호구, 보호안경
- ④ 기타 필요한 보호구

사업주는 적어도 주 1회 필요하면 매일 깨끗한 보호의를 지급해야 한다.

또한 사업주는 오염된 작업복을 세탁하여야 하고 이들이 격리된 저장소에 저장되도록 해야하고 세탁되어야 한다.

사업주는 오염된 세탁물이 잠재적인 위험요인이라는 것을 주지시켜야 한다.

사업주는 오염된 (사용된) 세탁물 수거함에 다음과 같은 경고문을 부착하여야 한다.

“ 주 의
연에 오염된 세탁물
먼지를 털거나 흔들지 말 것
규정에 의거 세탁할 것 ”

8. 실내정리 (Housekeeping)

1) 바닥은 가능한 한 연이 비산되지 않도록 해야한다.

2) 바닥은 압축공기를 이용한 청소방법을 사용하지 말아야 한다.

3) 진공청소 : 진공청소기가 적용되는 작업장에서는 청소기내의 포집기를 가능한 한 비게하여 재비산위험을 줄여야 한다.

9. 위생시설 및 관리

1) 사업주는 허용기준 (PEL)이 넘는 작업장에서는 음식이나 담배, 음료등이 반입되거나 취식되지 않도록 한다.

2) 의복 교환방 (Change room)

사업주는 근로자가 오염된 작업복을 퇴근복으로 갈아입을 수 있는 방을 제공해야 한다. 교환방에는 오염된 옷을 두는 곳과 평상복을 두는 곳이 구분되어야 한다.

3) 샤워시설

사업주는 허용기준이 없는 사업장에서는 호흡용 보호구의 사용유무에 관계없이 작업종료후 샤워를 할 수 있는 시설을 제공해야 한다.

4) 식당

① 사업주는 PEL이 없는 사업장에서는 호흡용보호구 사용에 관계없이 식당시설을 제공해야 한다.

② 식당은 공기정화장치가 갖추어져 있어야 한다.

③ 사업주는 PEL이 넘는곳에서 일하고 나온 근로자가 식사전 그리고 담배피기전에 손과 얼굴을 씻을 수 있는 시설을 제공해야 한다.

④ 사업주는 근로자의 작업복을 진공방법으로 연면지를 제거하거나 downdraft booth나 기타 세정방법에 의하지 아니한 작업복을 입은 근로자는 식당에 들어오지 못하게 한다.

5) 화장실

사업주는 법규정에 따른 적절한 수의 화장실을 제공해야 한다.