

환기장치(국소배기)에 의한 작업환경의 개선

국립노동과학연구소 산업보건연구담당관 이 정 환

1. 서 언

산업안전보건법의 목적은 산업재해 예방을 위한 위험방지 기준·책임체제 및 사업주의 자율적 활동을 촉진하기 위하여 제정된 것이다. 구체적인 내용을 하나 들어보면 생산활동중에 발생하는 가스·흙·분진 등의 aerosol의 억제를 취급하는데 법적으로 엄격한 기술기준을 표시하여 주고 있으며 원료 자체를 무해한 것을 사용하거나 어느 일정한 공정을 밀폐화 시켜서 그 공정에서 발생하는 유해한 요인을 아예 확산되지 않도록 한다던가 해로운 것을 미리 피하게 할 수 있는 방법 즉 원격조작 등을 필요로 하게 되나 이러한 모든 것이 불가능 할 때에는 국소배기 장치를 설치하여야 한다고 법으로 정하여 의무를 과하고 있는 것이다.

국소배기 장치에는 어느정도의 상세한 기술기준을 정해놓고 있으므로 때에 따라서는 작업의 성질이 나빠져 장치의 능률이 저하하거나 생산비용의 상승에도 관련이 있게 될 것으로 이러한 곤란을 극복하기 위한 독특한 시스템을 개발하지 않으면 안된다. 즉 국소배기는 당해 사업장 독자적인 작업조건이나 습관 등이 서로 엮히기 때문에 국소배기 설계 기술자만으로 완수(완성)시킬 수 없다. 기술자 한 사람으로 계획된 일방통행적인 개선계획은 실행 불가능한 계획으로 무산되어 버리는 수가 많다. 그러므로 국소배기는 사업주·설계자 그리고 이것을 사용하는 근로자가 일체가 되어 설계제작하여 비로서 그 효과를 발휘하는 것으로 법으로 제정한 자율적 활동의 촉진이라 볼 수 있겠다.

2. 국소배기 설계의 절차

(1) 작업의 내용을 파악하라

작업환경 개선에는 먼저 오염물질의 종류, 시설·제조장치의 구조 및 오염물질의 발생기전(mechanism)·작업방법등 작업내용 등을 상세히 파악하여야 한다.

작업자 자신은 그가 하고있는 일에 습관이 되어 버려서 오염원인이나 유해정도에 정신을 쓰고 있지 않은 일이 많은 것이다. 그러므로 이에 관하여 설계자나 관련전문가의 냉정한 진단을 필요로 하게 된다.

(2) 무해한 원재료를 찾아내라

현재 사용되고 있는 재료가 문제원인이 되어 장해를 끼치고 있음이 확인되었을 때 같은 효과를 나타낼 수 있는 무해 무독하거나 독성이 적은 것으로 바꾸는 것이 제일 좋은 방법이다. 한가지 예로서 메타놀이 사용하는 불식(拂拭)작업에서 메타놀이 바꾸는 일을 들 수 있는데 건강상의 문제점은 없는 대신 탈지능력이 저하되고 작업성이 나빠지며 따라서 비용도 많이 드는 등 문제를 발생시키는 일이 있으므로 선택을 신중히 하지 않으면 안되는 경우도 있고 또 현재로서는 적당한 대체품을 찾아 볼 수 없는 어려운 경우도 많이 있다.

(3) 작업방법을 개선하는데 눈을 돌려라

습관적으로 해 내려오던 원래부터의 작업방법을 그대로 놓아두고 국소배기나 자연환기만으로 작업환경을 개선하려 하는것은 곤란한 경우가 많을 뿐 아니라 오히려 불가능한 경우에 이르게까지 된다. 문제된 공정의 전후 상태나 작업방법 등을 재검토하여 자동화 원격조작방법을 도입할 수 있는 가능성 여부를 검토하여

야 하며 여기까지 미치지 못 한다 하더라도 작업방법의 개선등 국소배기 설계 이전에 생각하여야 할 일들이 많이 있는 것이다.

(4) 후드 (Hoods) 의 설계

국소배기의 성패는 후드의 설계의 양부에 달려 있다고 말할 수 있을 정도로 매우 중요한 위치를 점유한다. 그러므로 비슷한 공정의 다른 사업체의 기존 시설등을 돌아 본다던가 최신의 문헌 등을 구독 일차적으로 충분한 지식을 갖추고 있어야 한다.

산업안전보건법에서는 후드성능에 관하여 제어풍속 (Control air Velocity) 법으로 규정된 것과 후드 바깥쪽에서의 농도, 소위 억제농도 (Concentration of Pollutants) 로 규정된 것이 있다. 전자는 제어풍속을 직접 측정하여 국소배기 성능을 점검하고 후자는 밖의 작업환경 오염물질 농도를 측정하여 검사한다. 후드는 작업방법에 직접 영향을 받기 때문에 사용에 편리한 후드를 설계하여야 한다. 이러한 일을 추진하기 위해서는 작업하는 자의 협력이 매우 필요하여 설계자와 공동작업이 이루어지는 것이 바람직한 것이다.

또 분체나 용제를 주로 취급하는 작업에서는 후드의 구조 여하에 따라서 원료를 흡인하는 손실을 크게 하는 일도 있기 때문에 설계와 작업 개선으로 이에 대처하여야 한다. 어느 것을 불문하고 최소의 풍량으로 후드의 기능을 충분히 발휘시키는 것이 원료의 손실을 적게하고 설비투자·운전비용 (Running Cost) 도 줄일 수 있는 것이다.

(5) 덕트 (ducts) 의 설계

분진이 혼입되는 덕트에 대해 몇 가지 주의할 것이 있다. 즉 분진이 덕트 수송중 덕트내에 쌓이므로 덕트를 막히게 하는 일이라던지와 반대로 분진이 수송중에 마모시켜 덕트내의 구멍을 내는 일이다. 전자는 수송속도를 높이거나 덕트 도중에 trap을 설치함으로써 대처할 수 있겠지만 수송속도를 높이는 것은 압력손실을 증대시켜 마모성을 촉진시키는 일로

주의하여야 한다.

후자에 대해서는 마모성이 큰 입자나 고농도의 분진을 후드 직후에서 제거하거나 농도를 저하시키는 방법을 강구하여야 한다.

(6) 제진부 (Dust removing Section) 과 송풍기 (exhaust fan)

제진부는 닥트나 가스의 성상 및 공장의 실용적 조건 (Utility Condition) 등에 적합하게 맞추어 선정하거나 기존의 기술로 대응할 수 있다. 송풍기는 설계된 국소배기의 특성에 따라 선정하는 것이 좋으며 우리나라에서는 이에 관한 것이 시판되지 않고 있어 구입하는데 어려움이 있으나 선진국에서는 각종 특유의 제품들이 시판되고 있어 쉽게 구입 사용하고 있음을 볼 수 있다.

(7) 배기구 (Exhaust Port)

국소배기의 배기는 옥외로 방출하는 것이 원칙으로 되어 있다. 다만 제진후의 배기를 옥내로 되돌아 오게하는 경우에는 열교환기에 의하여 열만을 회수하고 원래의 공기는 옥외로 방출하여야 한다. 또 천정이나 지붕에 인접된 곳에는 기류의 난류가 있어 이 기류중에 국소배기의 배기를 방출할 때는 재차 옥내로 스며 들어올 위험이 있으므로 주의해야 하고 배기구는 지붕위 1.5 m 이상으로 하고 빗물받이 (Weather Cap) 등을 해 씌우는 것이 좋다. 유기용제 중독의 예방중 국소배기에서는 이러한 것을 의무적으로 하도록 하고 있다.

(8) 기 타

국소배기 설치를 계획하는 데는 위에서 기술한 외에도 관련법규와의 조정 및 협의가 필요한 것이다. 이것에는 산업안전보건법 및 그의 각 규칙이나 건축법·소방법·환경오염방지법 지방조례 등을 들 수 있으며 사용자·사용자간의 예산산출등 내부의 협의가 원만히 이루어질 때 양질의 국소배기 장치가 설치될 것이고, 관리면에서도 국소배기는 직접 생산에 관련되지 않는다는 일면이 있기 때문에 작업자 (근로자)로서는 그만 이의 유지를 소홀히 하는 경향이

있을 수 있으나 항상 정상 기능을 발휘시키기 위해서는 매일 매일 손질이 필요한 것으로 이를 위해서는 관리조적을 명확히 해 놓지 않으면 안된다. 산업안전보건법에서는 국소배기에 관하여 년 1회이상 정기 자체검사를 하게 하였다.

3. 국소배기의 요건

산업안전보건법으로 정해져, 있는 국소배기 요건을 발췌하면 아래와 같다.

(1) 각 시행규칙에서 볼 수 있는 공통적인 국소배기의 요건

① 후드는 발산원마다 설치되어 있을 것.

② 외부식 후드는 발생원에 될 수 있는대로 가까운 위치에 설치할 것.

③ 오염물의 발산상황·입자의 밀도 등으로 보아 흡인하는데 적당한 형식과 크기일 것.

④ 닥트는 될수 있는대로 짧게 하고 벤드(Bends) 혹은 엘보(Elbow)는 될수 있는대로 기류의 방향이나 속도가 급격하게 변화하지 않도록 완만하게 만든다. 급격한 변화는 압력손실이나 분진을 퇴적시키는 원인이 된다. 또 이것은 될수 있는 대로 크게 구부러 곡률 반경을 닥트 직경의 2배 이상으로 하는 것이 이상적이다. 새우등과 같은 연결 벤드를 만들 때에는 직경 15cm 이하의 닥트에는 새우등 편(굴곡부의 수)을 3개 이상, 직경 15cm보다 클 때에는 5개 이상으로 새우등 편을 하는 것이 이상적이다. 이외 분진이 혼입되는 경우의 닥트는 적당한 곳에 청소구를 뚫어 놓아 청소할 수 있게 하여야 한다.

⑤ 배풍기는 원칙으로 깨끗한 공기가 통하는 위치에 설치하여야 하며 닥트의 부식 및 마모·폭발 등의 우려성이 없을 때에는 이러한 제한은 받지 않는다.

⑥ 배기구는 옥외로 설치할 것

(2) 유기용제 중독의 예방

배기구의 위치는 지붕에서 1.5m 이상으로 할 것이며, 후드의 제어풍속은 아래의 표-1에

서 볼 수 있는 것과 같다.

< 표 - 1 > m/S

후 드 형 식		제 어 풍 속
포 위 식		0.4
외	측 방 흡 인 형	0.5
부	하 방 흡 인 형	0.5
식	상 방 흡 인 형	1.0

(3) 연 (Pb) 중독의 예방

후드성능은 억제농도로 정해져 있고 후드바깥쪽에서의 연농도 $0.15 \text{ mg}/\text{m}^3$ 이하로 되어 있다.

(4) 특정화학물질 등에 의한 장애예방

이 규칙으로 지정된 화학물질중 특정한 것에 대해서는 억제농도로 다른 물질에 대해서는 입자상 물질 $10 \text{ m}/\text{S}$ 가스상물질 $0.5 \text{ m}/\text{S}$ 의 제어풍속이 표시되어 있다.

(5) 그외

후드의 성능은 제어풍속으로 표시되어 있으며 대표적인 기준을 아래 표-2에 기술한다.

끝으로 전체환기장치의 성능(시행규칙 제 379조)에 관하여 중요한 점을 요약하여 관련된 별표 16 환기능력에 대하여 기술코자 한다. 즉 환기장치는 작업장의 형상 용적 사용하는 유기용제 등에 따라 다르지만 일단의 목표로서는 전체환기장치의 성능 계산식에 따라 산출되어 환기량(Q) 이상의 환기가 되는 능력을 가지는 환기장치를 설치해야 한다.

전체 환기장치의 성능

소비하는 유기용제 등의 구분	1 분간의 환기량 (m^3)
제 1 종 유기용제 또는 1 종 함유물	$0.2 \times W = Q$
제 2 종 유기용제 또는 2 종 함유물	$0.03 \times W = Q$
제 3 종 유기용제 또는 3 종 함유물	$0.008 \times W = Q$

< 표 - 2 >

작업내용	제어풍속 (m/S)			
	포위식	측방흡인	하방흡인	천개식 (상방흡인)
암석·광불의 재단 압축공기를 사용하여 먼지를 제거하는 장소	0.7	1.0	1.0	-
주물사를 털거나 자형을 부수는 때	0.7	1.3	1.3	-
연마재의 분무에 의한 연마조각	1.0	-	-	-
파쇄분쇄	0.7	1.0	-	1.2
모래의 재생이나 채로 칠 때	0.7	-	-	-
조각포장 혼합 살포 금속용사	0.7	1.0	1.0	1.2

후드의 설치 방법	제어풍속 (m/S)
회전체를 갖는 기계 전체를 둘러싸는 방법	0.5
회전체의 회전에 의하여 발생하는 분진의 비산방향을 후드의 개구면에서 둘러싸는 방법	5.0
회전체만을 둘러싸는 방법	5.0

위에서 Q : 1분간의 환기량 (m³)

W : 작업시간 1시간에 사용하는 유기용제 또는 유기용제 함유물의 량 (단위 : g)

이상에서 기술한 환기장치성능에 관하여 예를 들어 설명코저 한다.

< 예 제 >

제 2종 유기용제 A (전체 : 37종) 및 그의 혼합물 중 한가지 종을 A라 하고 A를 5시간 (1통 : 15kg) 사용 소비 해 버렸다 하자, 이때 이 옥내 (도장공사) 전체 환기능력은 얼마가 필요한가?

< 풀 이 >

A는 제 2종 유기용제이므로 $Q = 0.03 \times W$ 의 식을 사용하여야 하며 $W = \frac{15kg}{5} = 3kg = 3,000g$ ∴ $Q = 0.03 \times 3,000 = 90 (m^3/min)$

< 예 제 >

옥내 도장공사에 비닐수지 에나멜 (수치 : 0.5) 도료 (용제형) 20kg, 희석용의 Lacca

Thiner (신나류 : 수치 1.0) 4kg을 4시간 사용하였더니 모두 소비되었다. 전체 환기능력은 얼마나 필요한가?

< 풀 이 >

비닐수지 에나멜 및 락카신나는 모두 제 2종의 유기용제로 분류됨으로 $Q = 0.03 \times W$ 의 식이 적용된다. 유기용제 등에 곱하여야 할 수치 (노동부고시 제 6호, 시행규칙 제 379조 ③항 및 시행규칙 제 391조 ②항의 1.2. 참조)에서 상기 물질의 곱할 수치를 찾아보면 비닐수지 에나멜 $B_1 = 0.5$ 락카신나 (신나류) $B_2 = 1.0$ 이므로 작업시간 1시간에 소비되는 비닐수지 에나멜의 량 $W_1 = W_1' \times B_1 = \frac{20 \times 0.5}{4} = 2.5kg = 2,500g$ 이고 같은 방법으로 락카신나류의 량 $W_2 = W_2' \times B_2 = \frac{4 \times 1.0}{4} = 1kg = 1,000g$

$W = W_1 + W_2 = 2,500 + 1,000 = 3,500 (g)$

∴ $Q = 0.03 \times 3,500 = 105 (m^3/min)$ 이다.