

모형제작실의 공기오염도에 관한 분석

서울대학교병원 치료방사선과

안희용 김완선 김영호 박진홍 박흥득

1. 머리말

무엇보다도 우리는 먼저 '공기오염도'라는 말에 주목할 필요가 있을 것 같습니다. 아시는 바와 같이 모형제작실에는 납과 스티로폼에 납이 붙지 않게 하기 위한 여러가지 물질을 사용하고 있습니다. 이들 물질에 열을 가하여 납을 녹이거나 스티로폼을 자르게 되면 유독성가스가 발생하고, 차폐물을 다듬어 실제필름과 맞추려 하다보면 모형제작실안에는 항상 납가루가 있게 됩니다. 그러나 이제까지 우리는 이와 같은 공기오염의 원인이 되는 유독가스와 납가루 등이 모형제작실안에 얼마나 퍼져있으며 그것이 우리 방사선사(작업종사자)에게 미치는 영향이 실제로 얼마나 되는가에 대한 관심이 부족했던 것 같습니다.

따라서 이번에 저희는 모형제작실의 공기오염도를 구체적으로 측정·분석·점검하여 그 정도를 밝혀내고, 그같은 위험으로부터 작업종사자를 보호하기 위한 방법이 무엇인가를 모색해 보았습니다.

2. 본 론

구체적인 논의에 들어가기에 앞서 먼저 차폐물제작에 쓰이는 납(상품명 : Cerro bend)의 구성성분과 특징에 대해 알아보고, 현재 설치되어 있는, 작업종사자를 보호하기 위한 시설등에 대해 알아보겠습니다.

* Cerrobend : 주석·납·니켈·비스무스등의 합금(용점 : 70°C)

(참고 : 납의용점 -327°C)

* 모형제작실의 작업종사자 보호장치 : 후앙
• 공기청정기 등

1) 모형제작실의 공기중 부유분진과 납농도 측정

이번 측정에서 주안점을 둔 것은 두가지인데, 하나는 공기중 납의 농도가 어느정도인가를 분석하는 것이고, 또 하나는 납(Cerrobend)을 녹일 때 발생하는 유독성가스를 어떻게 할 것인가 그 방법을 찾는 일이었습니다. 먼저 모형제작실의 공기중 부유분진과 납 농도를 측정하였습니다. 측정에 사용된 장치는 High Volume Sampler이며 구조는 <그림 1>과 같습니다.

<그림 1>

측정방법을 간략하게 설명하면, (92년 3월 2일 13시부터 다음날 13시까지) 24시간 동안 모형제작실 안에서 시료를 채취하였는데, 기계를 작동시키면 강력한 모터의 흡인력(진공청소기의 원리)에 의해 일정한 양의 공기가 여과지에 채집됩니다. 이 여과지에 채집된 분진을 몇단계 측정과정을 거쳐 다음과 같은 계산방법으로 먼지와 납의 농도를 계산하였습니다.

$$S.P. = \frac{(W_f - W_i) \times 10^3}{V}$$

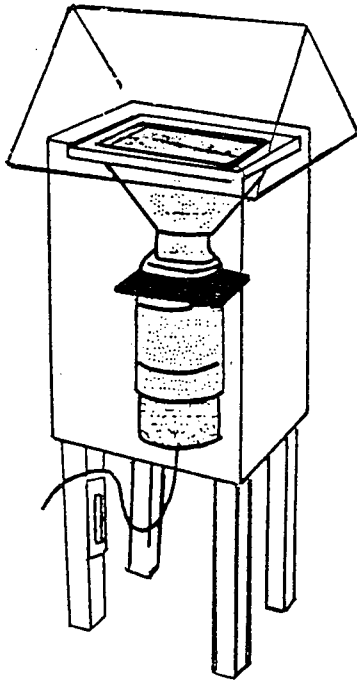
S.P. : 부유분진의 질량농도 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

W_i : 여과지의 최종중량 mg

W_f : 여과지의 최종중량 mg

V : 채취된 대기체적 m^3

10^3 : mg을 μg 으로 변환하는 계수



〈그림 1〉 하이볼륨 샘플러의 외관도

이와 같이 하여 측정된, 모형제작실의 공기중 먼지농도는 $85\mu\text{g}/\text{m}^3$, 납농도는 $0.04\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{day}$ 로 측정되었습니다.

이 값은 실외의 허용기준치 (먼지농도 $300\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{day}$, 납농도 $0.5\mu\text{g}/\text{m}^3\cdot\text{day}$)보다는 낮은 값이지만 〈표 1, 2〉 모형제작실과 같은 실내공기에 대한 허용기준치가 아니기때문에 정확한 비교를 할 수는 없었습니다.

〈표 1〉 측정 결과

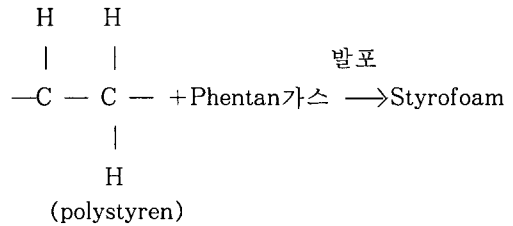
공기유입량	먼지무게	먼지농도	납 농 도
1,512(m^3)	128(mg)	$85(\mu\text{g}/\text{m}^3)$	$0.04(\mu\text{g}/\text{m}^3)$
* 기준치(실외)		300	0.5

* 비교 : 1월중 지역별 대기중 중금속 농도 현황

〈표 2〉

지 역	서 울	인 천	모형제작실
1 차	0.6033	1.8980	0.04 xx
농도 2 차	0.4028	0.5305	
($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 3 차	0.7690	0.5481	
평 균	0.5917	0.9922	

2) Cerrobend를 녹일 때 발생하는 유독성 가스 앞에서 언급한 바와 같이 Cerrobend는 섭씨 70°C 에서 녹기 시작합니다. 치료가 끝난 환자의 폐기된 차폐체는 다시 녹여 재사용하게 되며, 이때 완전히 떨어지지 않은 스티로폼이 녹으면서 유독성가스를 발생시키는 것으로 보입니다. 먼저 스티로폼이 녹으면서 발생하는 유독성가스에 대해 알아보도록 하겠습니다.

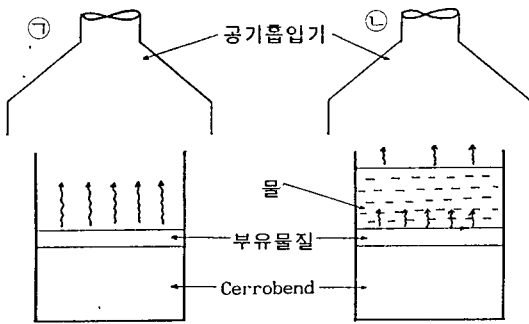


가열 \longrightarrow Styrene가스 $\left\{ \begin{array}{l} \text{O}_2 \text{ 충 분} : \text{무독성가스} \\ \text{O}_2 \text{ 불충분} : \text{유독성가스} \end{array} \right. \rightarrow \text{인체장애}$

Cerrobend가 녹으면서 나오는 것으로 예측되는 것은 Cerrobend의 주성분인 납, 주석, 니켈, 비스무스 등의 금속이 증기형태로 기화되는 것으로 보입니다. 이것은 순수한 납을 녹일 때 납 증기가 나오는 것과 같은 논리에서 비롯되는 것입니다.

이밖에도 Cerrobend와 스티로폼이 서로 엉겨 붙지않고 쉽게 떨어지도록 하기 위하여 여러가지 물질(각 병원마다 바륨액이나 실리콘, 석고액 등 사용하는 물질이 다름)을 사용하게 되는데 이 물질(차폐물에 묻어있는 잔여물)이 냄새와 함께 모형제작실의 공기를 깨끗이 유지하는데 좋지 않은 영향을 미칠것이라 사료됩니다. 이와 같은 문제를 해결하기 위한 한가지 방법으로 '용기속에 물을 넣어 Cerrobend를 녹이는 방법'을 모색 해 보았습니다. 〈그림 2〉

용기속에 Cerrobend만 넣고 녹일 때에는 온도가 올라가면서 스티로폼과 Cerrobend에서 나오는 가스가 직접 밖으로 유출되지만, 물을 넣었을 때에는 금속 표면에서 기화되는 가스가 물에 의하여 일단 차단되어 실제로 증발되는 것은



- ㉠ 용기에 물을 넣지 않은 경우
- ㉡ 용기에 물을 넣은 경우

〈그림 2〉 납용기 사용방법

대부분 수증기일 것으로 보입니다.

이와 같은 사실은 증류수를 만들때 얻어지는 액체는 순도높은 순수한 물임에 비해 용기속에 남는 것은 물과함께 증류되지 못한 찌꺼기 물입니다. 따라서 납용기에 물을 넣어 사용할 경우, 물을 넣지 않고 사용할 경우와 비교하여 불 때 Cerrobend나 스티로폼에서 나오는 유독성가스나 금속증기가 상당부분 걸러지게 될 것으로 사료됩니다.

3. 맺음말

이번 측정은 인체에 유해한 물질을 사용함으로써 비롯되는 유해물질(Styrenegas, Cerrobend

가루 :분진형태로 공기중에 퍼져있음, 납증기를 비롯한 금속증기 등)을 가능한 한 줄이고 보다 깨끗한 실내공기를 유지하여 안정적인 작업환경속에서 작업하도록 하기 위하여 이들 유해물질에 대한 공기중 함유정도를 알아보고 그 발생가능성을 줄여보자는 의도에서 측정한 것이었습니다.

현재 모든 병원에서 모형제작실 이용실태가 각기 다른 것으로 사료되는 바 공통적으로 제기되는 문제를 합리적으로 풀고, 가장 적합하고 효율적인 이용방안을 모색하여 모범으로 삼고자 다음과 같이 제안하는 바입니다. 아울러 측정장비나 여러가지 기술적 한계, 시간적 제약등의 충분하지 못한 조건으로 인해 보다 구체적이고 과학적인 자료를 제시하지 못한점 유감으로 생각하며 앞으로 이에 대한 보다 깊은 연구가 진행되기를 기대합니다.

- * 모형제작실의 공기오염을 줄이기 위한 방안
- 1. Cerrobend용기 사용시 온도를 너무 높이지 말 것. (실제 온도가 70℃~80℃정도가 되도록)
- 2. Cerrobend 용기속의 불순물(위에 뜨는 것)을 자주 걷어낼 것.
- 3. 물을 자주 갈아 줄 것.
- 4. Cerrobend가루는 한 군데 모을 것.(재활용)
- 5. 모형제작시 마스크 및 면장갑 착용.
- 6. 모형제작실의 청결상태 유지.(진공청소기로 분진 수시 제거)