

연구 실험실 내 국소배기장치의 제어풍속 평가 사례

임대성*

용인대학교 산업환경보건학과

Case Study on the Evaluation of Capture Velocity of Local Exhaust Ventilation System in a Laboratory

Daesung Lim*

Department of Occupational and Environmental Health, Yong In University

ABSTRACT

Objectives: To protect researchers using chemicals, it is necessary to monitor whether the working environment is well managed through the performance evaluation of the local exhaust system in the research laboratory. These results need to be reflected in the work environment management policy of research laboratories in the future.

Methods: By measuring the capture velocities of fume hoods and arm hoods, which are the most commonly used local exhaust systems in research laboratories in a domestic research institute, we tried to confirm the degree to which the actual capture velocity values and legal standards were satisfied. The capture velocities were measured using a hot wire wind speedometer (TSI 9565-P, USA, 2016) with all exhaust systems in operation in the laboratory. As for the measurement position for each local exhaust system, in the case of the fume hood, the wind speed in the center of the opening surface was measured after opening 50% of the door of the hood. For the arm hood the capture velocities were measured at a distance of 10 cm vertically from the opening surface of the hood.

Conclusions: The total number of arm hoods measured was 546, and the average capture velocity was 0.61 m/sec with an S.D. of 0.49. Among them, 99 satisfied the capture velocity standard of 1m/sec, meaning only 18.1% of the total satisfied with the standard. The total number of fume hoods measured was 625, and the average control wind speed was 0.48 m/sec with an S.D. of 0.17. Among them, the number of fume hoods that satisfied the capture velocity standard of 0.4 m/sec was 518, meaning 82.9% of the total satisfied the standard. Therefore, research institutes that operate local exhaust systems to protect researchers from chemicals should further strengthen the capture velocity management of hoods, and government agencies need to reflect this in work environment management policies based on further evaluation results.

Key words: local exhaust ventilation system, capture velocity, laboratory working environment

I. 조사개요

사업주는 근로자가 실내작업장에서 관리대상 유해물질을 취급하는 업무에 종사하는 경우에 그 작업장에 관리대상 유해물질의 가스·증기 또는 분진의 발산원을 밀폐하는 설비 또는 국소배기장치를 설치하여야 하며,

국소배기장치 후드의 제어풍속은 가스상태 물질의 경우, 포위식 포위형은 0.4 m/sec, 외부식 상방흡인형은 1.0 m/sec 이상을 만족해야 한다(KOSHA, 2018; MoEL, 2024). 이는 모든 업종에서 준수해야 하는 것으로, 연구 실험실도 예외는 아니다.

국소배기장치 후드의 제어풍속은 열선풍속계(hot

*Corresponding author: Daesung Lim, Tel: 031-8020-2746, E-mail: dsoklim@gmail.com

134, Yongindaehak-ro, Cheoin-gu, Yongin-si, Gyeonggi-do, Korea 17092

Received: September 1, 2024, Revised: September 13, 2024, Accepted: September 25, 2024

 Daesung Lim <https://orcid.org/0000-0003-4190-0390>

This is an Open-Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

wire anemometer)로 간편하게 측정이 가능하여 (KOSHA, 2014), 일반 사업장에서는 보건관리자나 관리감독자가 직접 측정 및 관리가 가능하나, 많은 사업장의 경우 작업환경측정기관을 통하여 주기적으로 측정하고 있다.

하지만 산업안전보건법에 따른 작업환경측정 보고서 양식에는 국소배기장치의 성능을 기록하는 곳이 없으며, 작업환경측정 시 의무사항도 아니다. 이에 따라 작업환경측정 기관에서는 사업주에 요청이 있는 경우에만 국소배기장치의 제어풍속을 측정하여 보고서 내 별도 양식으로 제공하는 경우가 많으며, 실제로 국소배기장치를 사용하는 사업장 중 후드의 제어풍속을 측정하여 관리하는 사업장이 얼마나 되는지, 적정 제어풍속을 만족하는 사업장은 얼마나 되는지 정확한 통계는 알 수 없다.

연구 실험실은 일반적으로 많은 종류의 화학제품을 사용하고 있고 화학물질로부터 연구자를 보호하기 위하여 흡후드(fume hood, 포위식 포위형)와 암후드(arm hood, 외부식 상방흡인형)등 다양한 형태의 국소배기장치를 설치하여 운영하고 있다(Fig 1).

국내 일부 대학을 대상으로 연구한 결과, 대학 내 연구실험실의 40%는 흡후드가 설치되어 있지 않고, 평균 제어풍속은 0.37 m/sec이고, 산업안전보건법에서 제시하는 제어풍속 미만인 연구실이 63.4%라는 연구 결과를 통한 문제제기가 있었으나(Phee et al., 2014), 아직까지 연구 실험실과 관련된 국소배기장치의 성능평가와 관련된 연구는 충분히 보고되지 않고 있으며 이를

통한 정책반영도 미흡한 실정이다.

따라서, 본 조사는 관리대상 유해물질을 취급하는 연구 실험실의 국소배기장치 성능평가를 통해 화학물질로부터 연구자들의 안전을 확보하고, 작업환경이 적절하게 관리되고 있는지 모니터링하는 것을 목적으로 하였고, 이를 위해 국소배기장치 후드의 제어풍속이 산업안전보건법에서 제시하는 기준을 충족하는지 평가하고, 그 결과를 바탕으로 연구 실험실의 작업환경관리 정책 개선에 기여하고자 한다.

II. 조사방법

국내 일개의 연구기관 내 연구 실험실에서 사용 중인 국소배기장치 중 가장 많이 사용하고 있는 흡후드와 암후드에 대하여 제어풍속을 측정함으로써 실제 제어풍속 값과 법적기준을 얼마나 만족하는지 확인하고자 하였다.

제어풍속의 측정은 열선풍속계(TSI 9565-P, USA, 2016)를 사용하였고, 실험실 내 모든 배기장치를 가동한 상태에서 측정하였다. 산업안전보건법 및 기술표준(KOSHA GUIDE)에서는 후드의 형식별 제어풍속의 기준과 측정위치는 규정하고 있으나, 세부적인 측정방법에 대해서는 별도로 규정된 것은 없다(KOSHA, 2019).

국소배기장치별로 측정위치는 흡후드의 경우 일반적으로 개구면의 크기가 넓어 여러 곳을 측정하여 평균한 값을 사용하나, 흡후드의 도어(Door)를 50%만을 개방할 경우, 개구면의 총 면적이 작아져 개구면의 여러 지



Arm Hood

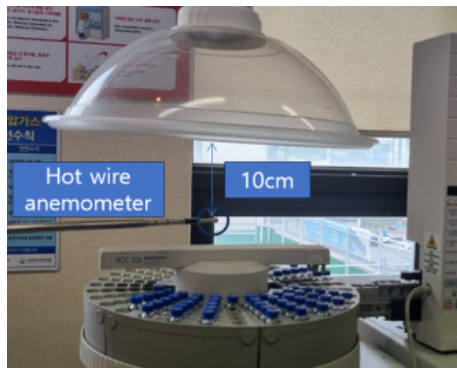
(http://hysci.co.kr/shop/largeimage.php?it_id=2015091149&no=1)



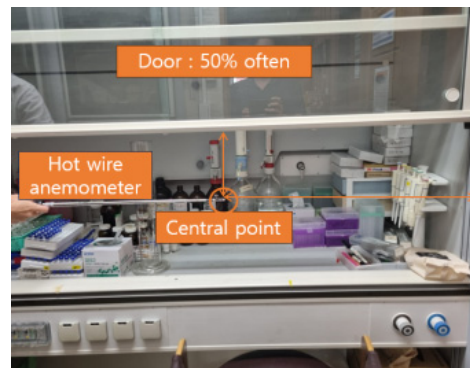
Fume Hood

(<https://www.jecube.co.kr/product/gfhp-1200-r-st>)

Figure 1. Types of local exhaust ventilation systems used in laboratories



Arm Hood



Fume Hood

Figure 2. Measurement points using a hot wire anemometer according to hood type

점의 제어풍속 값의 차이가 크지 않다. 특히, 이번 조사에서는 흡후드의 측정 개소가 많아 시간적 제한이 있어, 흡후드의 도어(door)를 50% 개방한 뒤 개구면 정중앙 1개 지점에서의 풍속을 측정하였고, 암후드는 후드의 개구면에서 수직으로 10cm 거리에서 제어풍속을 측정하였다(Fig. 2). 또한 풍속계의 열선이 풍속의 진행 방향과 같은 방향이 되도록 하였고 풍속계의 수치가 변화가 없을 때의 값을 제어풍속으로 선택했다. 이러한 측정위치는 실제로 연구자들을 화학물질로부터 보호하고 연구자들이 사용 가능한 후드의 위치를 최대한 반영한 결과이다.

또한, 측정결과에 대한 통계는 Microsoft Office Professional Plus 2019, Excel 을 사용하였다.

III. 조사결과

1) 암후드(Arm hood)

전체 측정대상 암후드는 546개이며, 제어풍속의 산술평균은 0.61 m/sec, 표준편차는 0.49 이다. 이 중 암후드(외부식 상방흡인형)의 제어풍속 기준인 1m/sec를 만족하는 개수는 99개로 전체의 18.1%만이 기준에

만족하였다(Table 1).

2) 흡후드(Fume hood)

전체 측정대상 흡후드는 625개이며, 제어풍속의 산술평균은 0.48 m/sec, 표준편차는 0.17 이다. 이 중 흡후드(포위식 포위형)의 제어풍속 기준인 0.4 m/sec를 만족하는 개수는 518개로 전체의 82.9%가 기준에 만족하였다(Table 1).

IV. 고찰 및 결론

본 조사에서의 제어풍속 측정방법은 산업안전보건법에 따른 정확한 측정방법이라고 보기 어려운 측면이 있다. 산업안전보건법에 따른 제어풍속은 국소배기장치의 모든 후드를 개방한 경우의 제어풍속으로 정의되며, 포위식 후드에서는 후드 개구면에서의 풍속을, 외부식 후드에서는 해당 후드에 의하여 관리대상 유해물질을 빨아들이려는 범위 내에서 해당 후드 개구면으로부터 가장 먼 거리의 작업위치에서의 풍속을 의미한다(MoEL, 2024). 하지만 일반적인 연구 실험실에서 흡후드의 도어(door)를 전면 개방하여 사용하는 경우는 거의 없으

Table 1. Results of capture velocities by hood type of local exhaust ventilation system in a laboratory

Hood type	N	Mean*	S.D.†	Min	Max	Criteria	Conformity	Non conformity
Unit : m/sec								
Arm hood	546 (100%)	0.61	0.49	0.03	3.61	≥ 1	99 (18.1%)	447 (81.9%)
Fume hood	625 (100%)	0.48	0.17	0.08	1.69	≥ 0.4	518 (82.9%)	107 (17.1%)

*Mean: Arithmetic mean, †S.D.: Standard deviation

며, 현실적으로 50% 정도를 개방한 경우를 최대로 판단하여 측정하였다. 또한 압후드는 위치의 조정이 가능하며, 최대한 오염원과 가까이 위치를 할 수 있는 경우를 개구면에서의 10 cm로 가정하여 측정하였다.

이를 반영한 측정된 결과, 흡후드는 82.9%가 기준을 충족하였으나, 압후드는 18.1%만이 기준을 충족하였다. 만일, 법적 측정위치를 그대로 적용하여 측정했다면 기준 충족율은 더 낮아졌을 것이다. 이러한 결과는 연구 실험실을 최초 설계 시 예상했던 송풍기의 풍량보다 시간이 지날수록 연구장비와 흡후드의 증가에 따른 후드의 개수가 늘어남에 따라 송풍량이 감소한 것으로 예상된다. 특히 압후드의 경우 압후드를 사용하는 연구실험 장비가 늘어날수록 전체 송풍량을 고려하지 않고, 주 덕트관에서 가지관만 추가하는 형식으로 증가시켜 압후드의 기준 충족율이 현저히 떨어졌을 수도 있고, 흡후드의 경우 흡후드 내부의 실험기구가 있어 기준 충족율이 낮아졌을 가능성도 있다. 또한, 최초 설계 시부터 잘못된 송풍량을 계산했을 가능성도 배제할 수 없다.

과거 연구 실험실은 연구성과에 대한 관심도에 비해 작업환경에 대해서는 큰 관심을 받지 못했다. 하지만 최근 중대재해처벌법 등 안전에 대한 사회적 관심이 증가되고 있는 현실에서 연구 실험실의 작업환경도 중요하게 다루어지고 있다.

따라서 연구 실험실에서 화학물질로부터 연구자를 보

호할 수 있는 국소배기장치를 운영하고 있는 연구기관에서는 후드의 제어풍속관리를 더욱 강화해야 하며, 정부기관에서는 더 많은 평가 결과를 기반으로 작업환경 관리정책에 반영해야 할 필요가 있다.

References

- Ministry of Employment and Labor(MoEL). Rules on Occupational Safety and Health Standards. MoEL Decree No. 417, 2024
- Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA). Technical guidelines on laboratory safety and health (KOSHA GUIDE G-82-2018). 2018
- Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA). Technical guidelines for safety and health when purchasing and using local exhaust system (KOSHA GUIDE G-115-2014). 2014
- Korea Occupational Safety and Health Agency(KOSHA). Technical guidelines for industrial ventilation facility (KOSHA GUIDE W-1-2019). 2019
- Phee YG, Park IK, Lee SW, Jung JH. A study on the status of management for personal protective equipments & fume hoods in university research laboratories. J Korean Soc Occup Environ Hyg 2014;24(2): 229-237

<저자정보>

임대성(초빙교수)