

방진마스크의 Stainless steel arc 용접흄 여과효율에 관한 연구

송경석[†] · 권용식¹⁾ · 한규태²⁾ · 정규혁³⁾ · 이용목 · 유일재³⁾

한국산업안전공단 산업안전보건연구원 산업화학물질연구센터, LG 전자¹⁾, 한국더스티보²⁾, 성균관대학교 약학대학³⁾

A Study on Filtration Efficiency of Several Dust Masks for Stainless Steel arc Welding fume

Kyung-Seuk Song[†] · Yong-Shick Kwon¹⁾ · Kuy-Tae Han²⁾ · Kyu-Hyuck Chung³⁾ · Yong-Mook Lee · Il-Je Yu³⁾

Center for Occupational Toxicology, Occupational Safety & Health Research Institute, Korea Occupational Safety & Health Agency
LG Electronics Inc¹⁾, Korea Dusturbo Incorporation²⁾, College of Pharmacy, Sungkyunkwan University³⁾

The purpose of this study was to investigate for filtration efficiency of several dust masks, comparing with filtration efficiency certified by KOSHA(Korea Occupational Safety & Health Agency), and to require of the right use of protective respirators. Using a welding fume generator and chamber, several dust masks, which were widely used in the workplaces in Korea, were tested for their filtering efficiency for stainless steel arc welding fume. The filtration efficiency testing system consisted of a welding fume generator, a chamber and a filtration unit. The filtration unit was made of a mask which was inserted into the sampling cassette and another sampling cassette, which contained mixed cellulose ester filter paper. These two cassettes were connected with tubing. Stainless steel arc welding fume generator was delivered into a chamber. The welding fume in the chamber was passed into the filtration unit with flow rate of 30

liter/min. The welding fume filtration efficiency was evaluated by gravimetric measurement. Metal concentrations in the welding fume before and after filtration were measured with inductive coupling plasma analyzer. Following results were obtained:

Filtration efficiency of welding fume for common hygienic mask was 63.82% and the average efficiencies for A, B, C, D, E, F and G masks were 94.62%, 96.58%, 83.20%, 82.76%, 77.25%, 86.55% and 93.22%, respectively.

Our results indicate that dust masks used widely in the welding workplaces in Korea are not proper for protecting worker's health and then the use of fume mask should be required.

Key Words: Stainless steel arc welding fume, Dust mask

I. 서 론

용접은 산업의 발달과 함께 금속가공의 필수적인 도구로써 많은 발전을 가져

왔으며 그 종류도 다양하다. 이러한 용접 중에는 용접흄, 또는 유해가스, 유해광선, 고열환경 등이 발생되며 특히 좁고 폐쇄된 작업환경에서 아크 용접을 하는 경우

건강손실을 입을 수 있다(한국산업안전공단, 1998).

최근 용접흄과 관련된 작업병이 대중매체를 통해 발표되었는데 용접작업자 11명이 망간중독으로 의심되었다. 망간중독은 10년 이상 용접작업에 종사한 작업자에게 파킨슨 증후군과 비슷한 증상을 일으키는 것으로 알려져 있다. 또한 6명의

접수일 : 2000년 10월 21일, 채택일 : 2001년 3월 3일

† 교신저자 : 송경석(대전광역시 유성구 문지동 104-8 산업안전보건연구원 산업화학물질연구센터

Tel : 042-863-8182, Fax : 042-863-8361, E-mail : songks@kosha.net)

작업자들은 국내에서 처음으로 보고된 비중격천공으로 판명되었으며 비중격천공은 주로 크롬도금 사업장에서 근로자에게 발생하는 것으로 알려져 있으나 용접흠 작업장에도 처음으로 발견된 것으로 이들은 10~20년 동안 MIG(Metal Inert Gas Arc Welding)와 MMA-SS (Covered Electrode Manual Metal Arc Welding- Stainless Steel)에 종사한 것으로 알려져 있다(Kim et al., 1999). 특히 MIG, MMA-SS 용접작업 중에 발생하는 용접흠 중 6가크롬은 발암물질로 알려져 있다 (IARC, 1990).

따라서 용접근로자를 보호하기 위한 여러 가지 대책이 강구되어지고 있는데 그 중 한가지 방법이 보호구 착용을 들 수 있다. 보호구는 작업환경으로부터 건강을 보호하는 장비로서 선택, 한계성, 검정합격품 여부 등을 사전에 검토하여 사용하여야 한다(한국산업안전공단, 1998). 이와 관련하여 국내에서도 보호구에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있는데 용접 작업시의 보호구와 관련하여 용접흠 작업 시에는 헬멧용 보호구를 사용하여야 하며 용접근로자의 실제 폭로농도를 정확하게 평가하기 위해서는 헬멧 안쪽의 농도를 측정해야 한다고 주장하고 있다. 또한 용접 근로자는 다양한 유해요인에 노출될 수 있으므로 노출 가능한 유해성분 각각에 대한 평가는 물론 상가효과가 있는 물질의 경우 혼합물질 평가 방법에 따른 평가를 실시하는 것이 바람직하다(신용철 등, 1997). 또한 보호구의 Fit test의 중요성을 강조하는 연구도 이뤄지고 있다(한돈희 등, 1996) 이러한 연구들은 보호구의 성능 향상을 위해 꼭 필요한 연구다. 하지만 이러한 연구는 보호구의 여과효율이 검정된 후의 실험방법들이라 생각되며 현재 국내에서는 용접흠 발생장치 제작 등의 어려움 때문에 실제 용접흠을 이용한 여과효율 실험에 대한 연구는 거의 이뤄지고 있지 않은 상태이고 외국의 경우에서도 납 흠을 이용한 여과효율 실험을 한 경우는 있지만 용접흠을 이용한 실험은 많지 않다.

현재 우리 나라에서는 방진마스크에 대

해 염화나트륨 에어로졸과 파라핀 오일 미스트를 이용한 실험방법을 통해 여과효율 실험을 하고 있다(노동부, 2000). 미국에서는 NIOSH(National Institute Occupational Safety and Health) 방법에 따라 염화나트륨, PSL(Poly Styrene Latex), Bacteria 실험 등을 통해 여과효율 실험을 하고 있다(NIOSH, 1995; Qian et al., 1998). 그러나 이러한 실험들은 모든 입자상물질을 대상으로 한 실험이며 용접흠은 그 특성상 다른 방법으로 실험이 이뤄져야 하는데 모사실험이 아닌 실제 용접흠을 이용한 실험이 필요할 것으로 판단된다. 따라서 방진마스크로 검정된 보호구를 용접흠을 이용한 여과효율 실험을 하여 그 결과와 검정된 여과효율을 비교하여 차이가 있는지 알아보는 것도 대단히 중요하다고 생각된다.

본 연구의 목적은 용접 작업장에서 사용되고 있는 방진마스크가 용접흠에 어느 정도 효과가 있는지 알아보는 실험으로써 6가 크롬과 같은 중금속이 함유되어 있는 Stainless steel arc 용접흠 여과효율 실험을 통해 한국산업안전공단에서 방진마스크로 검정된 여과효율과 비교하고, 흠용 보호구의 검정을 위한 기초적 자료를 제시하는데 있으며 나아가 작업자에게 용도에 맞는 보호구를 착용하게 하여 근로자의 건강을 보호하는데 그 목적이 있다고 할 수 있다.

II. 재료 및 방법

1. 실험재료

본 실험에 사용된 마스크는 현재 국내에서 유통되고 있는 일반위생용 마스크와 용접작업장에서 실제로 사용되고 있는 방진마스크를 사용하였으며 한국산업안전공단 검정을 필한 면체여과식 반면형 일곱 가지 (A-G)종류로 하였다. A-G순서는 검정된 여과효율과 상관없이 무작위로 순서를 정하였으며 방진마스크는 모두 1급 (94%) 이상으로 검정된 것을 사용하였다.

2. 실험기기

용접흠을 “그림 1”에서 보는 것과 같이 자동흡발생기에서 발생된 흠을 후드와 덕트를 통해 챔버내로 유입되는 방식으로 설계되었다(Yu et al., 2000). 챔버내의 용적은 1.3 m³, 유속과 용접봉의 크기에 따라 농도 조절이 가능하도록 설계된 실험장치를 이용하였다. 용접봉은 고려용접봉(KST-308)의 라임티타니아계, 크기가 ϕ 2.6 x 300mm인 것을 사용하였다. 모재는 Stainless steel plate(SUS 304)를 이용하였다.

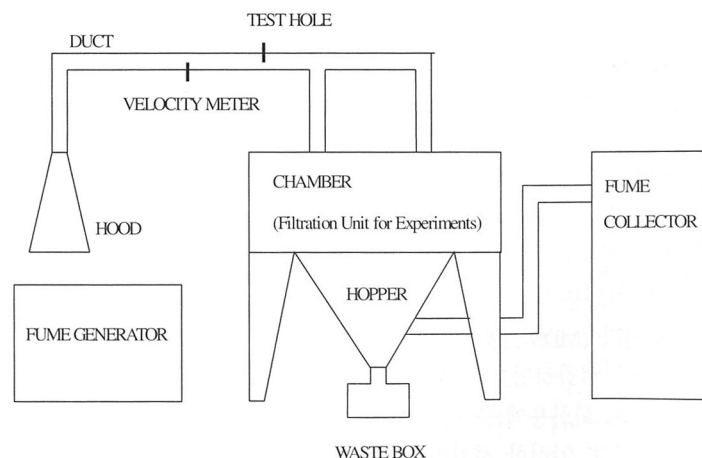


Fig. 1. Block diagram of the welding fume generation system.

3. 실험방법

용접흡 자동발생장치를 이용하여 발생된 용접흡을 챔버내로 유입시킨다. 챔버내로 유입된 용접흡을 측정구를 통하여 “그림 2”에서 보는바와 같은 여과실험장치를 통과하게 하였다. 여과실험장치는 전단에 일반위생용 마스크와 방진마스크 일곱 가지 종류를 각각 직경 37mm의 크기로 잘라 여과카세트에 삽입시키고 후단에는 일반위생용 마스크와 방진마스크를 통과한 흡을 포집하기 위해 MCEF(mixed cellulose ester filter, $0.8 \mu\text{m} \times 37 \text{ mm}$, Environmental, Charleston, USA)를 삽입시켰다. 이 장치를 이용하여 30 l/min의 진공펌프에 연결하여 MCEF에 용접흡을 포집하였다. 포집된 흡은 중량을 측정하여 여과효율 실험을 수행하였으며 종류별로 3회씩 교환하여 15분간씩 실시하였다. 여과효율의 계산은 아래와 같은 계산식을 이용하였는데 여기서 C_1 은 방진마스크를 삽입시키지 않은 상태에서의 MCEF에 포집된 흡농도를 말하고 C_2 는 방진마스크를 삽입시킨 상태에서 MCEF에 포집된 흡의 농도를 말한다.

$$P(\%) = \frac{C_1 - C_2}{C_1}$$

P = 여과효율(%)

C_1 = 여과전의 농도(mg)

C_2 = 여과후의 농도(mg)

또한 유도결합플라즈마 분광광도계(IRIS Thermo JarrellAsh Co. USA)를 이용하여 Cr, Fe, Mn에 대한 농도를 분석하였다. 분석은 NIOSH Method 7300(NIOSH, 1994)에 준하여 실시하였으며 필터를 회화용기에 넣고 질산과 과염소산을 4:1(v/v)로 혼합한 회화용액 1ml를 가한 후 마이크로파 회화기(MDS-2100 CEM Co. USA)를 이용하여 회화하였으며 회화 후에는 회석용액(5% 회화용액)을 사용하여 20 ml로 희석하였다. 이러한 전처리 과정을 거친 후 유도결합플라즈마 분광광도계를 이용하여 금속의 농도를 정량하였다.

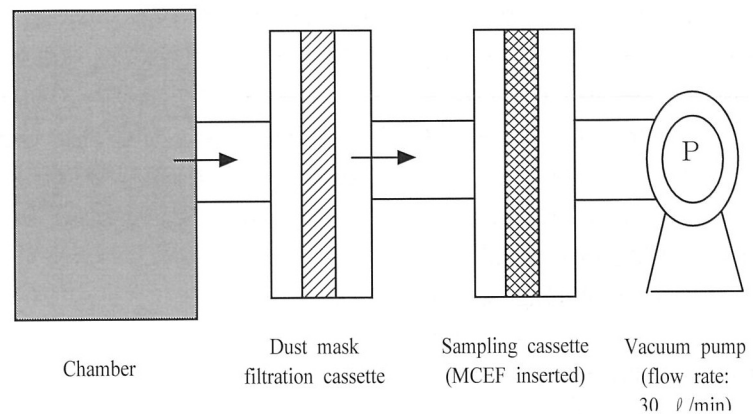


Fig. 2. Filtration unit for experiments

III. 결과 및 고찰

1. 방진마스크의 용접흡 여과효율

“표 1”에서 보는바와 같이 방진마스크의 stainless steel arc 용접흡의 여과효율은 일반위생용 마스크 $63.82\% \pm 2.67$, A 마스크 $94.62\% \pm 0.76$, B 마스크 $96.58\% \pm 0.99$, C 마스크 $83.20\% \pm 0.86$, D 마스크 $82.76\% \pm 1.67$, E 마스크 $77.25\% \pm 2.97$, F 마스크 $86.55\% \pm 2.34$ 이고 G 마스크는 $93.22\% \pm 0.61$ 로 나타났다. 산업안전공단에서 방진마스크 검정 여과효율은 A 마스크 99%, B 마스크 96%, C 마스크 99%, D 마스크 99%, E 마스크 99%, F 마스크 99%, G 마스크 99%로 나타났다. 이렇게 볼 때 방진마스크 들의 흡을 이용한 여과효율 실험에서는 한국산업안전공단 검정 특급(99%이상) 기준을 만족하는 방진마

스크는 없었으며 A, B 마스크를 제외하면 모두가 1급 기준(94%이상)을 만족시키지 못하고 있다.

2. 방진마스크의 여과후 주요 중금속의 공기 중 농도변화

“표 2”에서는 여과 전 stainless steel 용접흡 중 주요 금속성분의 농도변화를 보여주는 것이다. 그 중 Fe의 성분이 $448.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 30.2$ 로 제일 많이 나타났고 Cr이 $239.1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 4.4$, Mn은 $173.5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 5.7$ 로 나타났다. 여과후 일반위생용 마스크에서는 Fe이 $97.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.9$, Cr $67.8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 2.0$, Mn $47.4 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.8$ 으로 나타났고 A 마스크의 여과후에는 Fe $7.7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 2.1$, Cr $4.3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.6$, Mn $2.3 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.4$ 로 나타났으며 B 마스크 여과후에는 Fe $5.4 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.3$, Cr $3.7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.1$, Mn 1.3

Table 1. Stainless steel arc welding fume filtration efficiency.

	Filtration efficiency for dust (%)*	Filtration welding fume(%)
Common hygienic mask	-	63.82 ± 2.67
A	99	94.62 ± 0.76
B	96	96.58 ± 0.99
C	99	83.20 ± 0.86
D	99	82.76 ± 1.67
E	99	77.25 ± 2.97
F	99	86.55 ± 2.34
G	99	93.22 ± 0.61

* Filtration efficiency certified by Korea Occupational Safety & Health Agency.

All values are expressed as mean \pm SD.

All experiments are performed with triplicates.

$\mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.2$ 로 나타났고 C 마스크 여과후에는 Fe $5.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.8$, Cr $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.3$, Mn $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.1$ 로 나타났다. 또한 D 마스크 여과후에는 Fe $7.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 2.5$, Cr $4.8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.8$, Mn $2.1 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.8$ 로 나타났고 E 마스크 여과후에는 Fe $19.8 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 2.5$, Cr $11.6 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.4$, Mn $7.5 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.2$ 로 나타났으며 F 마스크 여과후에는 Fe $5.7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.1$, Cr $3.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.5$, Mn $1.0 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 0.5$ 로 나타났고 G 마스크 여과후에는 Fe $10.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 3.3$, Cr $5.7 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.8$, Mn $3.2 \mu\text{g}/\text{m}^3 \pm 1.3$ 으로 나타났다.

이 실험결과에서와 같이 현재 국내에서 유통되고 있는 방진마스크는 용접흡이 발생하는 작업장에서 A, B 마스크를 제외하고는 적합하지 않음을 보여주고 있다. 이와 관련하여 또 다른 연구결과에서도 국내에서 유통되고 있는 몇몇 방진마스크는 흡작업장에서의 사용이 적합하지 않음을 지적하고 있다(Han, 2000). 따라서 용접작업장에는 용도에 맞는 보호구를 선택하여 착용이 무엇보다 중요하다고 생각되며 또한 이러한 보호구는 엄격한 검정이 필요하다고 할 수 있다.

현재 국내에서는 염화나트륨 에어로졸, 파라핀 오일 미스트 실험을 통해 여과재 분진 등의 포집효율을 산정하고 있다. 염화나트륨 에어로졸 실험은 먼저 $70 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 온도에서 24시간 동안, $-30 \pm 3^\circ\text{C}$ 의 온

도에서 24시간 동안 연속 방치하고 그 다음 실온에서 4시간 이상 방치하는 전처리 과정을 거친 후 실험을 하게 되는데 실험 방법은 염화나트륨 시약을 증류수에 용해시켜 1% 염화나트륨 용액을 만든 후 자동 필터검사 장비를 이용하여 염화나트륨 에어로졸을 발생시킨다. 이때 염화나트륨 에어로졸의 입경 분포는 $0.04 \mu\text{m} \sim 10 \mu\text{m}$ 이며 평균 입경은 약 $0.6 \mu\text{m}$ 이고 염화나트륨 에어로졸의 유량은 분당 95 l, 농도는 $8 \pm 4 \text{mg}/\text{m}^3$ 이다. 여과재를 자동필터 검사장비에 넣고 염화나트륨 에어로졸을 분당 95 l의 유량으로 여과재에 통과시킨 후 여과재 통과 전후의 농도를 측정한다. 이때의 측정값은 30 ± 3 초 사이에서 얻어진 평균값으로 하되 에어로졸 시험시작 후 3분 이내에 측정되어야 한다. 이러한 실험을 통해 여과재 통과 전의 염화나트륨 농도와 여과재 통과 후의 염화나트륨 농도의 차를 이용하여 분진 등의 포집효율을 산출한다. 파라핀 오일 미스트 실험은 염화나트륨 에어로졸과 같은 전처리 과정을 거친 후 실험을 하게되며 실험방법은 파라핀 오일 미스트를 자동필터 검사 장비를 이용하여 발생시킨다. 발생된 파라핀 오일 미스트의 입경 분포는 $0.05 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ 이며 평균 입경은 약 $0.4 \mu\text{m}$ 이고 파라핀 오일 미스트의 유량은 분당 95 l, 농도는 $20 \pm 5 \text{mg}/\text{m}^3$ 이다. 여과재를 자동필터 검사장

비에 넣고 파라핀 오일 미스트를 분당 95 l의 유량으로 여과재에 통과시킨 후 여과재 통과 전후의 농도를 측정한다. 이때의 측정값은 30 ± 3 초 사이에서 얻어진 평균값으로 하되 미스트 시험시작 후 3분 이내에 측정되어야 한다. 이러한 실험을 통해 여과재 통과 전의 파라핀 오일 미스트와 여과재 통과 후의 파라핀 오일 미스트 농도의 차를 이용하여 분진 등의 포집효율을 산출한다. 이와 같은 실험 결과를 통해 안면부 여과식의 경우 특급은 99% 이상, 1급은 94% 이상, 2급은 80% 이상으로 등급을 산정하고 있다(노동부, 2000). 이 중 특급과 1급은 흡용으로 인정하고 있지만 흡용 자체로 검정된 것은 없다. 이러한 효율 실험과 함께 한돈희 등(1996)은 호흡기 보호구의 fit test의 중요성을 강조하였는데 fit testing은 정성적인 방법(QLFT: qualitative fit test)과 정량적인 방법(QNFT: quantitative fit test)에 의해 측정될 수 있지만 현재 우리나라에서는 fit test에 대한 개념조차 정립되지 않은 상태이며 따라서 어떤 규정이나 제도도 마련되어 있지 않은 상태이고 호흡기 보호구의 연구가 미미하고 많은 작업자들이 외국산 보호구를 사용하고 있기 때문에 fitting 정도를 평가하기 위해서 fit test 제도의 마련이 매우 시급하다고 하였다.

용접흡용 보호구는 흡 자체의 특성 때

Table 2. Metal concentrations and filtration efficiency in the stainless steel arc welding fume before and after filtration.

	Cr Concentration($\mu\text{g}/\text{m}^3$) / Filtration efficiency(%)	Fe Concentration($\mu\text{g}/\text{m}^3$) / Filtration efficiency(%)	Mn Concentration($\mu\text{g}/\text{m}^3$) / Filtration efficiency(%)
Before filtration	239.1 \pm 4.4	448.0 \pm 30.2	173.5 \pm 5.7
After filtration			
Common hygienic mask	67.8 \pm 2.0 / 71.64	97.2 \pm 1.9 / 78.30	47.4 \pm 0.8 / 72.68
A	4.3 \pm 1.6 / 98.20	7.7 \pm 2.1 / 98.28	2.3 \pm 1.4 / 98.67
B	3.7 \pm 0.1 / 98.45	5.4 \pm 0.3 / 98.79	1.3 \pm 0.2 / 99.25
C	2.1 \pm 1.3 / 99.12	5.0 \pm 1.8 / 98.98	0.8 \pm 0.1 / 99.54
D	4.8 \pm 1.8 / 97.99	7.2 \pm 2.5 / 98.39	2.1 \pm 0.8 / 98.79
E	11.6 \pm 0.4 / 95.15	19.8 \pm 2.5 / 95.58	7.5 \pm 0.2 / 95.68
F	3.0 \pm 0.5 / 98.75	5.7 \pm 1.1 / 98.73	1.0 \pm 0.5 / 99.42
G	5.7 \pm 1.8 / 97.62	10.2 \pm 3.3 / 97.72	3.2 \pm 1.3 / 98.16

All values are expressed as mean \pm SD.

All experiments are performed with triplicates.

문에 좀더 많은 관심과 깊이 있는 연구가 이루어져야 하는데 본 연구에 사용된 실험장치는 용접흡 발생기, 챔버, 흡 포집기로 구성되어 있는 자동흡 발생기를 이용하였는데 폭로챔버 내의 전체 분진농도와 금속성분(Fe, Cr, Mn) 농도가 일정하게 유지되었다(Yu et al., 2000). Filtration unit는 외부의 공기의 누입을 막기 위해서 cassette 주변을 충분히 봉하였고 방진마스크의 크기를 cassette 크기에 맞게 잘라 삽입시킴으로써 여과 효율을 측정할 수 있었다. 측정 결과를 살펴보면 A, B 마스크를 제외하고는 한국산업안전공단 검정 1급 기준(94%)을 초과하고 있는데 이는 용접흡 입자의 크기가 약 $0.1 \mu\text{m}$ ($0.02-0.81 \mu\text{m}$)이기 때문에 대부분의 방진마스크를 통과하고 있다(Yu et al., 2000). Cr, Fe, Mn과 같은 중금속은 일반위생용 마스크를 제외한 방진마스크로 어느 정도(94%) 이상의 여과효율을 나타내고 있는데 이는 용접흡이 시간이 지나면서 산화되는 과정에서 다른 입자들과 결합하여 입자가 커져 통과하지 못하는 등의 원인으로 생각된다. 이러한 현상은 전자현미경을 이용하여 관찰이 가능하지만 원인을 줄이기 위한 방법은 확실하지 않다. 따라서 본 용접흡 발생장치가 유속과 용접봉 크기를 조절하여 농도를 조절할 수 있고 챔버까지 도달 시간을 단축할 수 있으므로 앞으로 유속과 sampling 유량, 시간을 조절하여 좀 더 많은 연구가 이뤄져야 할 것이며 현재 용접흡 보호구의 fit test 실험을 추진하고 있다.

본 실험의 의의는 현재 보호구에 대한 모사적인 효율실험이 이뤄지고 있는 시점에서 용접흡 작업장에서 사용되고 있는 방진마스크에 대해 용접흡 여과효율 실험을 함으로써 그 결과를 토대로 문제의 심각성을 지적하고 용도에 맞는 보호구 착용의 필요성에 대한 근거를 제시하였다는 점에 있다고 할 수 있다.

이 연구의 제한점은 sample당 실험 횟수가 비교적 적은 느낌이고 여과효율 실험에만 치중되었다는 점이다. 앞으로 계속해서 fit test 등의 실험도 함께 이루어져야 할 것으로 사료된다.

IV. 결 론

본 연구는 농도가 일정하게 유지되고 있는 용접흡 자동발생기를 이용하여 용접흡 작업장에서 사용되고 있는 한국산업안전공단 검정을 필한 방진마스크를 상대로 여과효율 실험을 실시하였으며 그 결과를 작업자들에게 인식시키고 산업위생학적인 측면의 기초적 자료를 제시하고자 하였다. 이에 대한 본 연구의 결과는 다음과 같다.

1. 일반위생용 마스크를 포함하여 7종의 방진마스크에 대해 여과효율 시험을 한 결과 일반위생용 마스크 63.82%, A 마스크 94.62%, B 마스크 96.58%, C 마스크 83.20%, D 마스크 82.76%, E 마스크 77.25%, F 마스크 86.55%, G 마스크 93.22%로 나타났다.

2. Stainless steel 용접흡의 금속성분 여과시험에서 Cr에 대해서는 일반위생용 마스크 71.64%, A 마스크 98.20%, B 마스크 98.45%, C 마스크 99.12%, D 마스크 97.99%, E 마스크 95.15%, F 마스크 98.75%, G 마스크 97.62%로 나타났고, Fe는 일반위생용 마스크 78.30%, 마스크 A 98.28%, B 마스크 98.79%, C 마스크 98.98%, D 마스크 98.39%, E 마스크 95.58%, F 마스크 98.73%, G 마스크 97.72%로 나타났으며, Mn에 대해서는 일반위생용 마스크 72.68%, A 마스크 98.67%, B 마스크 99.25%, C 마스크 99.54%, D 마스크 98.79%, E 마스크 95.68%, F 마스크 99.42%, G 마스크 98.16%로 여과효율이 나타났다.

위의 결과에서 A, B 마스크를 제외하면 모두가 한국산업안전공단 검정 1급 기준(94%)을 만족하지 못하고 있으며 Cr, Fe, Mn과 같은 중금속 여과실험에서 효과는(94% 이상) 있었지만 몇몇 마스크에 대해서는 미량의 금속성분이 통과되는 것을 볼 수 있었다. 이렇게 볼 때 한국산업안전공단에서 방진마스크로 검정된 여과효율은 용접흡을 이용한 여과효율 실험의 결과와 큰 차이가 있음이 확인되었다. 따라

서 일반 방진마스크로는 stainless steel 용접흡으로부터 근로자의 건강보호가 어려우므로 흡용 보호구 검정이 무엇보다도 먼저 이뤄져야 할 것으로 사료되며 작업자들은 반드시 용도에 맞는 보호구 착용이 필요하다.

REFERENCES

- 노동부. 보호구 성능검정 규정, 산업안전보건법 2000(고시 제 2000-15호); 2000
- 신용철, 이광용, 박승현, 이나루, 정지연, 박정근, 오세민, 문영한. 용접공정에서 발생된 공기중 흡의 조성분과 농도에 영향을 미치는 요인에 관한 연구. 한국산업위생학회지 1997; 7(2): 181-195
- 한국산업안전공단. 용접작업관리지침, 한국산업안전공단 보건분야 교육지 1998.(13-36쪽)
- 한돈희, Willeke K, Colton CE. 호흡기보호구의 Fit Test 방법과 규정에 관한 고찰. 한국산업위생학회지 1996; 6(1): 38-54
- Han DH. Performance of Respirator Filters Using Quality Factor in Korea. Japan Industrial Health 2000; 38(4): 380-384
- Kim Y, Kim JW, Ito K, Lim HS, Cheong HK, Kim JY, Shin YC, Kim KS, Moon YH. Idiopathic Parkinsonism with superimposed manganese exposure: utility of positron emission tomography. Neurotoxicology 1999; 20(2-3): 249-52
- IARC. Monographs on the Evaluation of the Carcinogenic Risk of Chemicals to Humans 1990; Vol. 49, Chromium and Chromium Compound. IARC, Lyon, pp. 147, 213-214
- NIOSH. 42 CFR part 84 Respiratory Protective Devices; Final Rules and Notice, Federal Register 1995; 60: 110
- NIOSH. NIOSH Manual of Analytical Methods, Methods No. 7300. NIOSH, Cincinnati, OH; 1999

Qian Y, Willeke K, Grinshpun SA, Donnelly J, Coffey CC. Performance of N95 respirators: filtration efficiency for airborne microbial and inert particles. Am Ind Hyg Assoc J 1998;59(2):

128-32

Yu IJ, Kim KJ, Chang HK, Song KS, Han KT, Han JH, Maeng SH, Chung YH, Park SH, Chung KH, Han JS, Chung HK. Pattern of deposition of stainless

steel welding fume particles inhaled into the respiratory systems of Sprague-Dawley rats exposed to a novel welding fume generating system. Toxicology Letters 2000; 116; 103-111