

(JASM)

1), 2)
 1)† • 1) • 2) • 2) • 3) • 2)

- Abstract-

Development of a jet air supplying welding mask for
 controlling welding fumes

Se-Wook Song 1)† • Jong-Gil Kim 1) • Hyun-Chul Ha 2) • Tae-Hyeung Kim 2)

Jong-Chul Kim 3) • Yu-Jin Jung 2)

Korea Occupational Safety and Health Agency 1),

Department of Environmental Engineering, Changwon National University 2),

Boram Environment & Technology Co., Ltd. 3)

Controlling the over-exposure of welding fumes is not an easy problem because neither general nor local exhaust ventilation systems could be successfully applied. A jet air supplying welding mask was development to reduce the exposure level of welding fumes. The jet airstream pushes the welding fumes away from the breathing zone by using the frictional characteristic of jet. Laboratory experiments were conducted to optimize the efficiency of controlling welding fumes. Thereafter, its performance was tested in a laboratory and an industrial field. The efficiencies of reducing the welding fume exposure were about

90% and 80% in a laboratory and an industrial field, respectively. Additionally, it resulted in elimination of heat inside the mask and enhancement of clear visibility.

Key Words : welding fume control, jet air supplying welding mask, welding fume reduce, welding mask

† : 2000 8 1 , : 2000 10 20
 : 7-3
 Tel) 055-269-0541, E-mail) s88093@kosha.net

I. 서론

용접은 2개 이상의 물체를 용융 또는 반용융 상태로 직접 결합시키거나, 용가재를 첨가하여 간접적으로 접합시키는 작업을 말한다. 용접이 시작된 것은 천여년 전이지만, 1885년 Benardos의 탄소 아크용접과 1889년 Slawianoff에 의한 금속 아크 용접의 발명으로 급격히 발전되었고, 그 유용성 때문에 널리 이용되고 있는 가공기술이다(권호영 등, 1998).

용접 기술이 제조 현장에 많은 도움을 주고 있음에도 불구하고, 용접작업중에 발생하는 유해 요인에 의한 직업병 발생으로 인해 용접 작업자의 작업환경 개선에 많은 관심이 모아지고 있다. 용접작업시 발생하는 유해 요인으로는 오존, 포스겐, 이산화질소, 이산화탄소와 같은 가스상 물질과 자외선 등의 유해광선 그리고 입자상 물질인 흄과 분진 등이 있다. 흄의 성분과 발생량은 피복재와 용접재료에 따라 다르지만 주요성분은 산화철(Fe_2O_3), 망간(Mn), 니켈(Ni), 크롬(Cr), 납(Pb), 그리고 아연(Zn) 등 각종 중금속이 포함되어 있고, 용접흄에 의한 건강장해로는 금속열, 철폐증, 진폐증, 폐렴, 중금속 중독 등이 있다(Burgess, 1994; 백남원, 1989; 한국산업안전공단, 1996).

이러한 용접흄이 작업자의 호흡영역으로 이동하지 못하도록 제어하기 위해 여러 가지 환기 방법들이 제시되고 있다. 변상훈(1995)의 연구에 의하면 이동식 팬을 사용할 경우 팬의 위치에 따라 47~71%의 흄 제어 효율이 있었고, 이권섭(1994)의 연구에서도 국소배기 시설을 가동했을 때 52%정도의 용접흄 감소 효과가 있는 것으로 조사되었다. 하지만, 이동이 많은 작업과 복잡한 형상을 가진 블록과 같은 밀폐공간에서는 환기용 소형 팬을 이동시키면서 작업을 하기가 힘들기 때문에 용접사들이 팬을 잘 사용하지 않는다. 또, 흄토치를 이용해서 용접흄을 발생원에서 배기시키는 방법은 흄제어 효율이 매우 뛰어나에도 불구하고, 용접 작업에 불편하고 배기 유량이 증가될

경우 용접 불량이 발생하기 때문에 용접사들이 사용을 기피하고 있다(변상훈 등, 1995; 이권섭 등, 1994; 김태형 등, 1999).

CO_2 용접의 경우 이동식 팬이나 흄토치 등을 이용하여 용접흄을 배기시키는데 있어, 차폐가스의 양에 따라 다르겠지만 용접부위에서 1m/s 이상의 방해기류가 발생하면 차폐가스를 파괴시켜 용접 불량이 발생하기 때문에 유속을 크게 증가시킬 수가 없다(심광진, 1999). 또, 국소배기 시설을 설치하더라도 작업에 방해를 주면 작업자들이 사용하지 않기 때문에 설치시 작업 형태를 충분히 파악할 필요가 있고, 국소배기 시설이 잘되어 있어도 작업자의 작업자세에 따라서 흄 노출량에 많은 차이가 있기 때문에 높은 흄 제어 효과를 유지하기 위해서는 많은 변수를 가지고 있다(Simcon et al., 2000; Tum Suden, 1990).

Ojima(2000)가 밀폐된 공간에서 전체환기에 의한 방법으로 용접흄을 배기시키기 위한 필요한 환기유량을 계산하기 위해 실험실에서 실험하였다. 그 결과 용접작업 중에 측정된 용접흄 평균 농도가 80 mg/m³ 정도일 때, 용접흄 농도를 허용기준 이하로 유지하기 위해 필요한 환기유량을 환기률로 계산하면 24~40ACH(Air Change rate per Hour)정도가 필요한 것으로 조사되었다. 이 결과에 의하면 전체환기에 의한 방법으로 용접흄을 제어하기에는 배기 유량이 너무 많아, 조선소의 조립장이나 블록 작업장과 같이 용적이 큰 작업장에서 전체환기를 적용하여 용접흄을 배기시킨다는 것은 불가능하다. 또한, 전체환기를 이용하여 배기시킬 경우에는 작업장 전체의 농도를 감소시킬 수 있을지 모르지만, 호흡영역의 흄농도는 크게 저감시킬 수 없는 문제점이 있다.

이상의 연구 결과들에서 용접흄을 제어하는 가장 효과적인 방법은 국소배기시설을 이용하는 것이지만, 작업여건상 국소배기시설을 설치 할 수 없는 곳과 이동식 송풍기를 사용할 수 없는 곳에서 용접작업을 실시하는 작업자에 대한 대책이 필요하게 되었다.

용접중 작업자들이 착용하는 용접면(welding helmet)의 용접흄 제어효과를 연구한 결과에 의하면

(, 1985) , - 가
가
36 71% , - 가
Diane(1995)
가
가
가
, 가
, 가 JASM
가 가
1. JASM
JASM 1
, 가
() 가
(JASM) , 가 () ()
가
(JASM) 가



Fig. 1 The original schematic diagram and flow direction of JASM

2. .

JASM 1

1.

Air 가 , , , () 가 V .

2 () 1 , , 2 () 1 , , 2 400L × 150W × 10T Murex 350 CO2 1 .

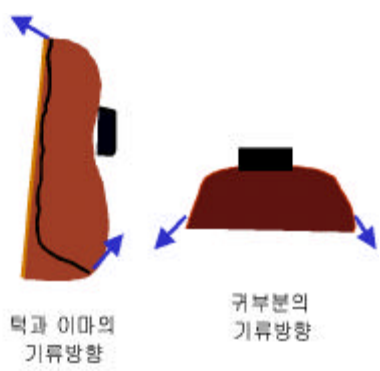


Fig. 2 The schematic diagram and flow direction of JASM

Table 1. Welding conditions

Arc voltage	38V
Welding speed	12m/min
Wire thickness	1.2
Wire speed	145mm/sec
Welding current	340A
Shield gas (CO2)	25 /min

3) , 1

2 . 11 10% 3.12mg/m³

16 . 3 가

11%

3.14mg/m³

JASM

가 . 90%

30cm 가

3

가

AWS Standard F1.1- 76

5cm (AWS).

4 3

NIOSH 0500

가

가

가

가

가

4) , JASM

2 가

2 가

가 31.40mg/m³ 5

mg/m³ 6 가 가

28.11mg/m³

5

JASM

Table 2. The airborne fume concentration by welding mask type at welding technical institute

	general welding mask(a)		JASM (b)		efficiency(%)	
sampling position	inside welding mask	personal breathing zone	inside welding mask	personal breathing zone	inside welding mask	personal breathing zone
fume concentration (mg/m ³)	28.11 (100)	31.40 (100)	3.14 (11)	3.12 (10)	88.8	90.1

efficiency=(a- b)/a × 100



Fig. 3 Fume distribution by general welding mask



Fig. 4 Fume distribution by JASM

2.	1)	JASM	2)			
			09:00			
			18:00	9		
				1	2	

Table 3. The airborne fume concentration at under-body welding of excavator

	environmental assessment at '99	general welding mask(a)	JASM (b)	efficiency(%)
Concentration (mg/m3)	12 ± 2.83	13.2 ± 0.44	2.8 ± 0.78	78.8%

efficiency=(a- b)/a × 100

. JASM , Murex 350 CO2
 , CO2
 78.8% 1.2mm .
 290 340A , 26 28V .
 1rpm (turn- table)
 3. , 1
 2.5cm 4 .
 가 (CO2) 10 30 /min
 JASM 가
 25 /min .
 , 가 2.
 가 가
 가 5 .
 , gas shielding ,
 가 가 , 5
 (1999) , 가 (2).
 20 /min , 가
 0.7 m/s 가
 가 30 /min 가 ,
 가 1.2 m/s . ,
 가 ,
 가 ,
 가 6 ,
 가 ,
 , CO2
 1. 25cm .

20L × 20W × 10T

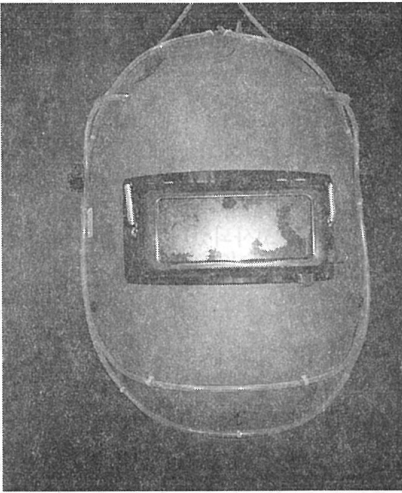


Fig. 5 welding mask for welding fume control(JASM)

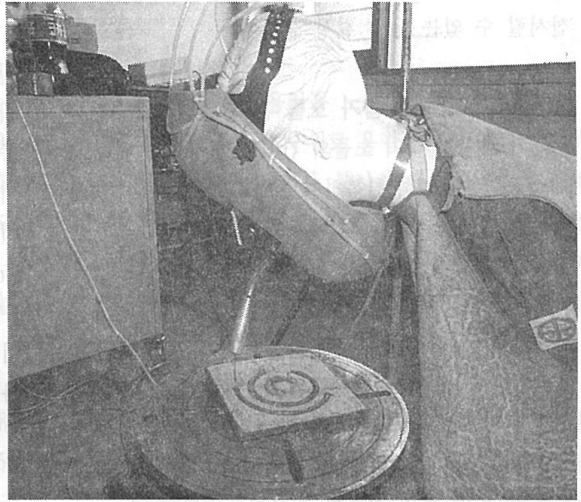


Fig. 6 the position of welder(manikin) and turn table

정하였다. 턱 부분은 전방 45° 각도로 용접부위에서 발생되어 열에 의해 작업자의 호흡영역으로 상승하는 용접흄을 확산시키도록 하였고, 입 부분은 용접면을 따라 급기시켜 용접면 주위에 유입된 용접흄을 확산시키는 역할을 하게 된다. 또, 옆부분과 머리 부분은 급기 기류의 각도를 45° 후방으로 설정하여 입과 턱부분에서 밀어 올린 용접흄을 확산시킬 뿐만 아니라 용접면과 작업자 머리사이의 틈으로 용접흄이 유입되는 것을 방지하였다.

급기 라인은 2 라인으로 설치하여 머리, 옆, 턱, 입 부분을 하나의 라인으로 묶고, 턱 부분은 별도의 라인으로 설치하였다. 열을 가지고 상승하는 용접흄이 호흡영역으로 유입되지 못하도록 확산시키는데는 턱 부분의 기류가 가장 큰 영향을 미칠 뿐만 아니라 용접 불량에도 가장 큰 영향을 미치므로 턱 부분을 독립시켜 유량을 조절할 수 있도록 하였다.

3 효율 평가

JASM의 효율 평가는 실제 작업자가 용접흄에 노

출되는 정도를 평가하기 위해 용접면 내부에서 용접 흄 농도를 측정하였다. 시료채취 위치 및 측정 방법은 용접 교육장에서 실시한 방법에 준하였다.

4. 실험방법

같은 유량으로 급기를 해도 급기 노즐의 면적에 따라 효율이 달라지게 된다. 급기 노즐수가 많으면 급기구의 면적이 넓어지게 되고, 급기 유속이 낮아 충분한 효율을 거두기 힘들다. 효율을 높이기 위해서는 급기 유량을 늘리면 되지만, 경제적인 문제에 부딪치게 된다. 또, 급기 노즐수가 너무 적으면 급기 유속은 빨라지지만 급기 노즐의 간격이 넓어 저서 균일하게 용접흄을 확산을 시키지 못해 충분한 효과를 거두기 힘들어진다. 따라서, 용접흄 확산에 가장 효율이 좋은 급기 노즐의 간격을 결정하는 것이 필요하다. 실험은 크게 두가지로 나누어지는데, 첫 번째 실험은 급기라인에서 급기구의 간격을 조절하여 최적의 조건을 찾아 용접흄 제어용 용접면의 구조를 결정하는 것이다. 그리고, 두 번째 실험은 급기 유량을 조절하

가 (dwyer, 40) . 2cm 가 3cm가

1) , 4 가 가 2 4 , 4 , 40 /min , No. 1 가 가 , 20 /min 2cm , , 40 /min 가 2) 가 가 가 40 /min 2cm 가 25 /min 가 1m/s 2cm 가 1m/s , 가 20 /min 2cm , 25cm /min 40 /min 5 /min (TSI, USA) , 20 /min 1m/s 가 20 /min (TRH- 3A,

Table 4. Airborne fume concentration and temperature of inside mask by supply air flow rate variation

	No. 1		No. 2		No. 3		No. 4		No. 5	
flow rate (/min)	mouth line	chin line	mouth line	chin line	mouth line	chin line	mouth line	chin line	mouth line	chin line
	0	0	25	20	30	20	40	20	45	20
fume concentration(mg/m³)	41.9		25.3		6.5		6.1		6.1	
temperature of inside welding mask()	40.1		27.5		26.0		27.6		28.3	

第一科學, Japan)

5 , , 가 41.9mg/m³ , JASM 가

1 가 25 /min 20 /min No. 2 25. , 가 .

3 , 27.5 가 .

30 /min 가 6.5mg/m³ 16 , , 40 /min 45 /min 가 6.1 mg/m³ 40 /min , 28.11mg/m³, 31.40mg/m³ 가 , JASM 3.14mg/ 35 /min m³, 3.12mg/m³ 90% 30 /min .

2. 가 가 , 13.59mg/m³, JASM 2.76mg/m³ 15 80% .

가 27 3. JASM 가

5 , No. 3 30 /min, , 20 /min 가 가

Table 5. The airborne fume concentration at under- body welding of excavator

	environmental assessment at '99	general welding mask(a)	JASM (b)	efficiency(%)
Concentration (mg/m ³)	12 ± 2.83	13.2 ± 0.44	2.8 ± 0.78	78.8%

efficiency=(a- b)/a × 100

