

# 용접작업시 유해물질 발생이 건강에 미치는 영향과 관리대책

## The management counterplan of health caused by harmful materials during the welding work

이경만\*, 이철구\*\*

\* 서울산업대학교 산업대학원

\*\* 서울산업대학교 기계공학과

### ABSTRACT

This study was researched by measuring the amount how much a welder inhaled the major harmful metals such as Fe, Mn, Cu, Zn and so on which occurred at the welding site during welding work and also by measuring the heavy metal concentration in a welder's blood after the welding. By using the mobile fan, the measure of welding fume and the result were taken.

### 1. 서 론

용접작업 과정에서 근로자는 다양한 보건상의 유해인자에 접하게 된다. 보건상 유해인자로는 자외선, 가시광선, 적외선, 소음, 고열 등의 물리적인 인자와 가스, 중금속, 분진, 흠 등의 화학적인 인자, 그리고 작업자세, 중량물 운반 등에 의한 인간공학적인 인자 등 다양하다. 이러한 유해인자에 대하여 적절한 방어 대책이 마련되지 않으면 근로자의 생산성이나 제품의 품질 저하뿐만 아니라 사회적으로 문제시되는 불가역적인 직업병이 발생할 수도 있다. 외국의 경우 용접작업장의 용접흠 농도 및 흠 중의 금속성분에 관한 연구가 일부 있으나, 국내에서는 용접작업자의 흠 노출에 관한 연구보고가 한두 개에 불과한 실정이며 특히 용접현장의 용접흠 및 각종 보호용 보호구, 국소배기시설에 대한 작업환경 개선효과를 조사한 연구는 거의 없는 실정이다.

따라서 본 연구는 용접현장에서 작업 중 발생하는 용접흠 중에 주요 유해 금속인 Fe, Mn, Cu, Zn 등이 용접공에게 어느 정도 흡입 되는지 흡입량과 용접 작업후 용접공의 혈중 중금속 농도를 측정 하고 배기팬을 이용하여 유해물질의 저감효과를 실험 하였다.

### 2. 용접작업으로 인한 유해인자

#### 2.1 용접작업의 특성

##### 1) 다양한 유해인자

물리적 인자: 자외선, 적외선, 소음, 진동 등  
화학적 인자 : 흠, 가스 등에 노출되고 있다.

##### 2) 복합적인 물질

금속: 철, 망간, 구리, 크롬, 알루미늄, 납, 안티몬, 비스카드뮴, 니켈, 주석 등

가스: 이산화탄소, 일산화탄소, 이산화질소, 오존, 포스겐, 포스핀, 아세틸렌 등

유기용제: 방향족, 염소화, 지방족 탄화수소류 등에 노출되고 있다.

##### 3) 다양한 형태의 물질

분진, 흠, 가스 등에 노출되고 있다.

#### 2.2 용접작업의 유해인자

##### 1) 용접으로 인한 유해면지 발생의 특징

용접중에 발생하는 흠은 용접법에 따라 다르지만 발생에 관해서는 다음 몇 가지의 공통점이 있다.

① 철이 용융되면 방법에 관계없이 산화철을 주 성분으로 하는 흠이 발생되며 흠의 화학성분은 모재 금속의 영향을 크게 받는다.

② 대개 아크는 유해광선을 발생시키고 특히 강한 자외선은 오존을 발생시킨다.

③ 아크로 인해 방사된 광 에너지는 용접방법의 특성에 따른다.

④ 용접방법과 조건은 흠과 가스발생에 영향을 주는데 각 특성에 따른 영향이 크다.

< 표 2.1 용접흡에 의한 건강장해 >

금속	건강장해	허용농도 (한국)	비고
		TWA (mg/m <sup>3</sup> )	
알루미늄 (Al)	폐섬유화, 만성기관지염	5	뇌손상에 대해서는 증거가 불충분함
안티몬 (Sb)	폐자극, 심장손상, 구토, 경 련설사	0.5	피부흡수
비소(As)	피부염, 구토, 두통, 피부 및 폐암	0.2	발암성물질, 용접공에서의 폭로는 예외적임
베릴륨 (Be)	피부염, 화학성폐염, 심장, 간장, 책장 손상, 폐암	0.002	호흡보호구 및 배기시설필수, 발암성물질
붕소(B)	눈, 부, 기도자극	5.0	
카드뮴(Cd)	하기도자극, 폐부종, 폐암, 전립선암, 빈혈, 신장손상, 심장손상	0.05	고독성, 변이원성
크롬(Cr)	피부, 호흡기 알러지, 폐자 극, 코, 후두, 폐암	0.5	
코발트 (Co)	천식, 폐섬유화, 심장손상	0.1	
구리(Cu)	오심, 금속열, 비중력 천공	0.2	
철(Fe)	양성 철폐증	5.0	
납(Pb)	수면장애, 두통, 신경, 뇌손 상, 고혈압	0.05	
리튬(Li)	눈, 피부, 점막자극	0.025	
마그네슘 (Mg)	금속열, 폐자극	10.0	
망간(Mn)	만성뇌, 신경장애	1.0	
수은(Hg)	오심, 폐렴, 기관지염, 만성 뇌손상	0.1(ceil ing)	
몰리브덴 (Mo)	눈, 코, 인후의 경미한 자극	5.0	
니켈(Ni)	피부, 호흡기 알러지, 신장 장해	0.1	발암성물질, 변이원성
은(Ag)	금속열, 만성피부, 눈탈색	0.1	
토륨(Th)			
주석(Sn)	양성 주석폐증	2.0	
티타늄 (Ti)		10.0	
바나듐(V)	기관지염, 화학성폐염, 폐부 종	0.05	
아연(Zn)	금속열, 기관지염	5	

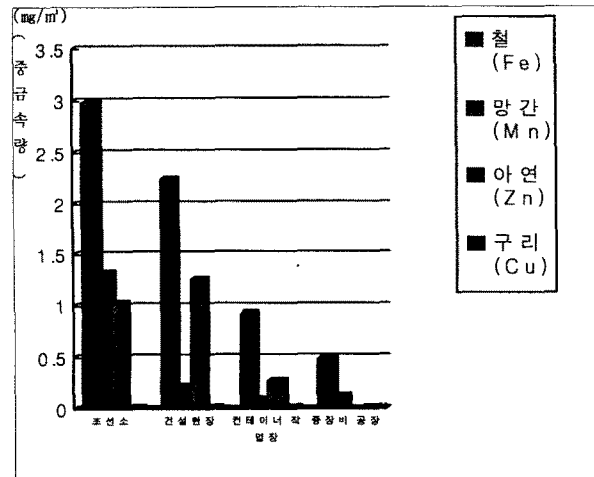
실은에서 30분정도 방치 한 후 120℃의 가열판에  
서 용량이 0.5ml정도 남을때까지 가열하였다. 용  
액 2ml를 다시 첨가하여 가열시킨다. 용액이 투  
명해질 때까지 이 과정을 반복한다.

증류수로 비이커와 유리덮개를 행균 다음, 이  
용액이 0.5ml정도가 될 때까지 증발 시켰으며,  
희석용액 2~3ml를 비이커에 가해 잔류물을 용해  
시킨 다음 10ml 용량 플라스크로 옮긴 후 희석용  
액을 가해 10ml가 되게 하였다.

철, 망간, 아연, 구리는 acetylene air를 사용  
하여 불꽃 원자흡광광도계로 분석하였고 현장 공  
시료로 분석농도를 보정하였다.

한번 작성한 검량선에 따라 보통 10개의 시료를  
분석한 다음 다시 분석기기 반응을 확인한 후 만  
일 반응이 일정하지 않을 경우 검량선을 다시 작  
성하고 이에 따라 시료를 분석하였다.

흡중 증금속은 <표 2.1>의 TWA와 비교해서 철은  
40% 아연은 10%가 초과 했으며 구리, 망간은 기  
준치 이내이다.



<그림 3.1 용접흡 중의 증금속 분석결과>

### 3. 용접흡 측정 및 실험

#### 3.1 용접흡 중의 증금속 분석

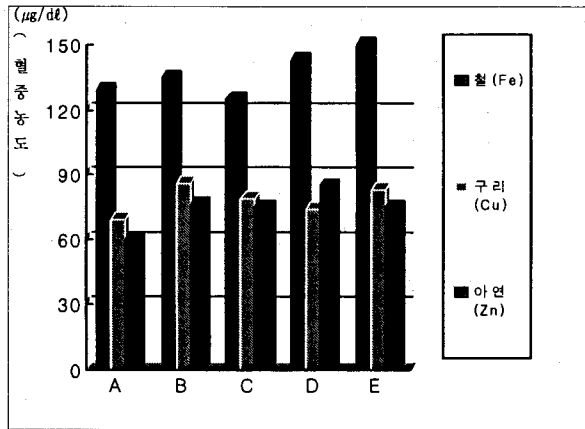
용접흡의 포집은 용접 작업중인 근로자가 착용  
하고 있는 헬멧 바깥턱아래 호흡위치에 약  
2000cc/min의 유속으로 8시간 시료를 포집하였  
다. 포집된 시료를 누출되지 않게 cassette를 비  
닐테이프와 캡으로 밀봉한 후 비닐봉지에 넣어  
분석실로 이동후 데시케이터에 건조시킨 후 분석  
을 실시하였다. 분석은 cassette를 제거하고 시  
료채취여과지와 공시료를 각각 비이커에 옮기고  
유리 덮개로 덮었으며 비이커에 희화 용액 5ml를

#### 3.2 혈중 증금속 농도 측정

용접사들중 10년 이상의 경력자로 5명에게 혈액  
을 채취하기 전일에 아크용접 작업을 8시간 실시  
하고 채취 당일 동일한 조건으로 4시간 용접작업  
을 실시하였다. 용접후 2시간 후에 혈액을 채취  
하여 -20℃에서 냉동보관 하였다.

병원의 임상병리과에서 혈액을 채취하여 철은  
Ferrozine 발색법으로, Zn, Cu는 분진의 경우와  
같이 원자흡광광도계를 이용하여 증금속 농도를  
분석하였다. Fe의 경우 Ferrozine 발색법의 측  
정방법을 보면 혈청중 철은 트라스페린과 결합되

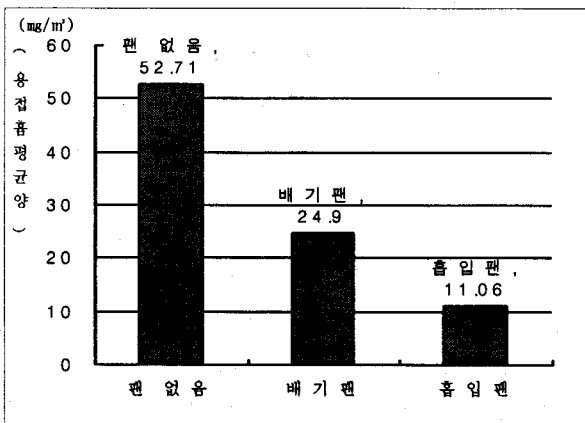
어 있으므로 산성에서 계면 활성제를 작용시켜 분리시킴과 동시에 환원제에 의하여 3가의 Fe을 2가로 환원 시켰으며 2가의 Fe은 페로진과 결합하여 적자색의 착화물을 형성함에 따라 이 적자색의 흡광도를 측정함으로써 철의 양을 구하였다. 국내 임상병리학회에서 주장하는 허용농도 범위안에는 들지만 안전하다고는 할 수 없다.



<그림 3.2 용접사별 혈중 중금속 농도 분석 결과>

### 3.3 이동식 팬 이용시 용접흡양의 측정

실험에 사용된 팬의 모델 형식은 EPF-300이고 구경은 282mm, 풍량은 60m<sup>3</sup>/min, 회전수는 3500rpm이고 무게는 약 17kg정도로서 소형이기 때문에 이동하면서 작업이 가능하며 탈착이 가능한 DUCT의 길이는 5m였다. 실험실에서 탄산가스 아크용접을 할때 용접흡의 저감효과를 팬을 사용하지 않았을때와 팬을 사용하여 흡배기하였을 경우를 비교하여 실험하였다. 아크용접기의 조건은 전류 110A, 전압23V였고 용접용 Wire의 직경은 0.9mm인 것을 사용하였다. 실험결과 <그림 3.3>에서와 같이 흡입팬은 71%의 용접흡 저감 효과가 나타났다.



<그림 3.3 팬 사용시 용접흡의 측정결과>

## 4. 결 론

본 연구는 용접 작업시 발생하는 용접흡중 주요 유해 금속인 Fe, Mn, Cu, Zn 등이 용접공에게 어느 정도 흡입 되는지를 실험하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 용접 작업에서 TWA를 초과한 경우는 철의 경우 40%, 아연의 경우 10%가 초과 하였고 구리, 망간은 기준치 이내였다.
2. 용접 작업 후 2시간이 지난뒤 채혈하여 혈중 중금속 농도를 측정한 결과 대상자 모두 기준치 이하로 조사 되었으나 용접흡이 혈중 중금속에 영향을 전혀주지 않는다고는 단정할 수 없다.
3. 용접흡 농도를 저감하기 위하여 용접 작업시에 팬을 사용하여 용접자 전면에서 흡입 하였을 경우는 약 71% 정도의 저감효과가 있었다.

그러므로 용접작업자의 경우 보호구 착용과 용접작업 환경개선이 용접흡을 예방하는 중요한 인자가 되는 것으로 생각된다.

## 참고문헌

1. 김정한, 용접작업의 특성 및 발생 유해인자, 안전보건/ 한국산업안전공단, 1997
2. 김현욱, 용접작업 근로자의 망간 폭로 정도, 안전보건/ 한국산업안전공단, 1998
3. 신용철, 일부 망간취급 근로자의 망간 노출 실태 및 개선대책, 안전보건/ 한국산업안전공단, 1998
4. 이영세의, 철강용접자의 크롬 및 망간 노출평가와 산업위생관리 대책에 관한 연구, 한국산업위생학회지, 1999
5. 최호춘, 김강운 외, 용접사업장 근로자의 흡 및 금속 노출농도에 대한 평가와 혈중 금속 농도, 한국산업위생학회지, 1999
6. 폐암 발생 용접공의 유해물질 노출 평가 및 폐암 원인에 관한 고찰, 산업안전보건연구원, 2000
7. 심광진, 아크용접작업에서 환기대책에 관한 연구, 산업안전보건연구원지, 2000
8. 이명학, 주요 유해 공정별 직업병 예방대책, 안전보건/ 한국산업안전공단, 1995