

아크용접작업 안전

1. 아크용접이란

아크용접은 아크가 발생할 때 나오는 열을 이용하여 금속재료를 용융 접합하는 용접법으로 아크는 용접되는 모재(Base metal)와 전극(Electrode)과의 사이, 또는 2개의 전극사이에서 발생한다. 양극과 음극 사이의 부분을 아크주(Arc Column)라 하며, 이 아크주는 강한 빛과 열을 발한다. 아크의 온도는 정확한 값을 측정하기는 어려우나, 4,000~5,000℃ 정도이다. 양전극간의 전위차를 아크전압, 아크를 통하여 흐르는 전류를 아크전류라 한다. 이 때문에 아크주의 비중은 주위의 가스보다 가벼워 위의 방향으로 떠오르려는 경향이 있어 아크형상이 되며, 이리하여 아크라 부른다. 아크용접의 주요한 장점은 단지 고온이라는 것보다는 현저한 열에너지의 집중으로 접합부의 극히 소용적을 짧은 시간 내에 용융시킬 수 있다는 것이다.

아크용접을 효과적으로 수행하려면 모재의 성질이 용접에 적합한 성질을 가질 것, 즉 균열이 잘 생기지 않고, 산화기화하기 쉬운 성분이 적을 것, 열전도율이 너무 크지 않을 것 등이 필요하다. 또한 모재에 적합한 용접봉을 선정하는 것이 매우 중요하다. 피복용접봉의 피복재는 고온에서 가스를 발생하거나 슬래그가 되어 공기 중의 산소와의 작용으로부터 용융금속을 보호하여 건전한 용접이 되도록 한다. 따라서 용접봉의 선정에 있어서는 심선과 더불어 피복재의 선택도 중요하다. 또 용접봉의 크기, 용접전류, 아크전압 등도 용접작업에 중요한 영향을 끼친다.

2. 아크용접기의 종류

아크용접에는 교류, 직류가 모두 사용되므로 용접기에는 교류 아크용접기(A.C arc welding machine)와 직류 아크용접기(D.C arc welding machine)가 있다. 용접 발달 초기에는 아크를 안정되게 유지하기 쉬운 직류 아크용접기가 많이 사용되었으나, 현재는 피복용접봉의 발달로 교류에서도 아크의 안정이 좋고, 교류 아크용접기가 값이 싸므로 일반적으로 많이 사용되고 있다.

아크는 직류 전원을 사용할 때와 교류전원을 사용할 때 다소 다르다. 직류 아크는 전체 발열량의 60~75%가 양극 측에서 발생하나, 교류의 경우는 교류 전류인 까닭에 양극 음극 모두 발열량이 같다. 또한 최근에 성행되는 이너트 가스 아크용접(Inert gas arc welding)이나 자동용접의 같은 경우에는 극성(Polarity)의 관계로 직류가 많이 사용된다. 직류의 경우 용접물이 두꺼울 때 모재를 양극으로 한 정극성(Straight polarity), 용접물이 얇은 때는 반대로 모재를 음극으로 하는 경우를 역극성(Reverse polarity)이라 한다. 아크를 발생할 수 있는 전압은 직류에서는 50~80V, 교류에서는 60~95V 정도이다.

가. 직류 아크 용접기

일종의 직류발전기로서 안정된 아크를 필요로 하는 박판, 경합금, 스테인리스강 등의 용접에 사용된다. 직류를 얻는 방법에 따라 발전기식과 정류기식이 있다.

나. 교류 아크 용접기

보통 사용하는 교류 아크용접기는 일종의 변압기이며, 용접을 행할때 자동적으로 2차 전압이 강하하는 특성을 가지도록 설계되어 있다. 교류 아크용접기의 종류는 용접전류의 조정방법에 따라 탭(Tap) 전환형, 가동 철심형, 가동 코일형, 과포화 리액터(Reactor) 형이 있으며, 가동철심형이 구조가 간단하고 가격이 싸기 때문에 현재 가장 널리 이용되고 있다. 교류용접기는 직류용접기에 비하여 안정성이 떨어지나 가격은 1/3~1/4이 되므로 직

류용접기보다 널리 사용되고 있다.

3. 재해유형 및 방호대책

아크용접, 가스용접 및 용단작업 중에 발생하는 재해의 유형은 매우 다양하며, 발생원인도 복잡 다양하다. 감전, 폭발, 화상, 중독 등 여러 재해의 종류로 사망 등 중대재해를 유발시킨다.

또한 용접작업에서 발생하는 용접흄 또는 유해가스, 유해광선, 고열환경 등으로 나타나게 되며, 특히 좁고 폐쇄된 작업장에서 아크용접을 하는 경우 용접작업자들은 용접과정에서 발생하는 용접흄 등에 의한 질식 재해, 진폐증, 망간중독, 피부화상 등의 재해가 있다.

가. 감전재해

용접기 사용시 발생할 수 있는 가장 위험한 재해는 감전이다. 이는 홀더(Holder)의 통전부분이 노출되어 용접봉에 신체의 일부가 접촉했을 때, 전선 케이블 일부가 노출되어 신체에 접촉 했을때, 전원 스위치 개폐시 접촉 불량으로 인한 아크 등에 의하여 발생될 수 있다. 감전방지 대책 중 중요한 것은 다음과 같다.

(1) 2차측 무부하 전압이 낮은 용접기의 사용

용접기는 안정된 아크를 얻기 위하여 어느 정도 높은 2차측 무부하 전압을 필요로 한다. 현재 2차측 무부하 전압은 85V이하(500A의 경우는 95V)로 규정하고 있지만, 이 정도의 전압에서도 사망의 위험은 충분하다. 따라서 무부하 전압은 될 수 있는 한 낮은 것을 선택하는 것이 바람직하다.

(2) 자동전격방지장치의 사용

근본적인 감전 예방 대책은 용접기의 2차측 무부하 전압을 위험이 없을 때 까지 저하시키는 자동전격방지장치의 사용이다. 자동전격방지장치란 교류 아크 용접기의 아크발생을 중단시킨 때 1초 이내에 당해 교류 아크 용접기의 2차측 무부하 전압을 자동적으로 25V이하로 바꿀 수 있는 방호장치이다.

이 밖에도 절연 용접봉 홀더의 사용, 적당한 케이블의 사용, 절연장갑의 사용이 요구되며, 케이블 커넥터(Connector)의 절연상태, 용접기 단자와 케이블의 접속, 용접기 외함의 접지 등에도 수시 점검으로 감전재해에 대비해야 한다.

자동전격 방지장치의 설치 의무화장소는 다음과 같다.

- ① 보일러, 압력용기, 탱크 등의 내부 용접시
- ② 협소한 장소 용접시
- ③ 추락의 위험성이 있는 2m 이상에서 용접시

나. 눈의 손상

아크 용접 중 아크는 고온으로 강렬한 광선을 발산한다. 이 광선 중에

눈으로 느낄 수 있는 가시광선 외에 눈에 보이지 않는 자외선과 적외선이 포함되어 있는데 두가지 모두 눈에 대단히 해롭다. 유해한 광선을 차단하기 위하여 차광보호구를 사용하여야 한다. 차광 보호구에는 보호안경과 보안면 두종류가 있다.

(1) 보호안경의 사용

보호안경에는 스펙타클(Spectacles), 프론트(Fronts), 고글(Goggles)형이 있다. 이 중에서 스펙타클형이 일반적으로 많이 사용되고 있으며, 산란광선의 경우 눈의 측면 또는 눈 주위 전체를 씌우는 사이드 실드(Side shield)가 스펙타클형이나 고글형을 사용한다.

(2) 보안면의 사용

보안면은 유해한 광선뿐만 아니라 용접광과 영에 의한 화상, 가열된 용재 등의 파편에 의한 화상의 위험으로 안면을 보호할 수 있는 이점이 있다. 헬멧(Helmet)형과 손으로 들고 사용하는 핸드 실드(Hand shield)형이 있다.

이외에도 주변의 작업자에게 피해를 주지 않기 위하여 용접작업실을 격리하는 것이 이상적이며, 이동작업이 불가피한 경우에는 차광막 등 차광설비를 해야 한다.

다. 피부의 손상

아크광선이 직접 피부에 닿거나 스패터(Spatter), 슬래그(Slag) 등이 튀어서 화상을 입는 경우가 있다. 따라서 용접작업자나 보조작업자는 피부 노출을 삼가고, 개인보호구(보호장갑, 앞치마, 각반, 안전화 등)의 착용을 엄수해야 한다.

라. 흄(Fume), 가스에 의한 재해

피복 아크 용접작업시 발생하는 연기 중 대부분은 흄이라 불리는데, 이것은 금속이나 슬래그의 조성물이 고온에 증기가 되고 증발하면 냉각되어 고체화된 미세분자이다. 또한 용접봉의 피복재에 배합된 탄산염, 유해물이 아크열에 의해 분해되고 연소하여 대부분 탄산가스(CO₂)를 발생한다. 이같은 흄, 가스의 중독을 방지하기 위해서는 작업장의 환기, 통풍시설의 설치 및 개인 마스크의 착용이 요구된다.

마. 화재, 폭발

용접작업 중에는 주위의 가연성 및 폭발성 물질, 가연성 증기 및 가스 등에 피용접물의 과열이나 아크불꽃 등에 의하여 화재, 폭발을 일으킬 수 있다. 따라서 작업 전에는 가연성 물질을 격리시키며, 드럼통, 탱크내, 배관 등의 용접수리작업에는 내용물을 충분히 청소한 후 위험성물질을 완전히 제거해야 화재, 폭발의 위험을 방지 할 수 있다. ☹

유해, 위험물질 GHS 제도

1. GHS 제도 개요

GHS는 UN이 화학물질의 체계적인 분류와 유해위험 정보의 전달을 세계적으로 통일하기 위하여 '92년 UN 환경개발회의에서 채택한 「Agenda 21」의 실천과제중의 하나임

GHS는 '화학물질의 분류·표시에 관한 세계조화시스템(Globally Harmonized System of Classification and Labelling of Chemicals)'으로 화학물질의 유해성 정보를 전달하는 수단인 경고표지 및 물질안전보건자료에 적용되는 국제기준이다.

국가별 제반 규정이 달라서 화학물질의 국제 교역시 불필요한 기술 장벽으로 작용하는 문제를 해소하기 위해 국제연합(UN)에서 2003년에 제정한 것이다.

2. GHS 제도 적용 배경

- 화학물질의 분류 및 표지 형식이 나라마다 서로 상이하여 국제 무역 중사 기업은 동일 제품에 대해 나라마다 다른 물질 분류 및 표지 부착으로 인해 대규모 전문가 집단 및 시스템 유지 필요

- 산업계는 오래전부터 화학물질의 분류 및 표지 등 관리의 통일을 요구

- 화학물질의 분류·표지 관련 국내 법규의 내용도 서로 달라 통일된 분류 및 표지 부착 등의 관리체계 구축이 필요

※ 국내 관련 법규: 산업안전보건법, 유해화학물질 관리법, 위험물안전관리법

3. GHS 주요 내용

(1) 화학물질의 분류(Classification): 물리적 위험성에 의한 분류 (16가지), 건강·환경 유해성에 따른 분류(11가지)

(2) 표지(Labeling): 심벌 및 픽토그램, 경고 문구, 유해위험 문구, 예방조치 문구

(3) 안전보건자료(Safety Data Sheets): 화학물질 및 제품에 관한 명칭·유해성·예방조치 등 정보 전달
이에 따라 화학물질 제조·수입업체는 화학물질을 담은 용기 및 포장에 국제기준에 따라 경고 표시를 하고 물질안전 보건자료를 제공해야 한다.

산업안전보건법 시행규칙 부칙 제259호 및 「화학물질의 분류·표시 및 물질안전보건자료에 관한 기준 (노동부고시 제2009-68호)」에 따라서 2010.7.1부터 전면 시행된다.

- 2종 이상의 화학물질을 함유한 제제 이외의 물질(단일물질): 2010.7.1

- 2종 이상의 화학물질을 함유한 제제(혼합물질): 2013.7.1

단, 30일 이전에 제조 또는 수입하는 자가 판매해 이미 시장에 유통되고 있거나 사업주가 사용 중인 재고품에 대해서는 단일 물질의 경우 1년간, 혼합 물질은 2년 간 종전 규정에 따른 경고 표시를 함께 사용할 수 있다.

4. 단일물질과 혼합물질의 구분

2010.7.1부터 GHS에 따른 유해인자의 분류기준, 경고표지, MSDS가 적용되는 화학물질은 화학물질의 주성분에 부형제, 용제, 안정제 등을 첨가하여 제조한 제품을 제외한 물질(단일물질)을 의미한다.

(1) 단일물질과 혼합물질의 구분

① 농염산, 농질산 등 제조 과정상 불순물이 일부 함유된 화학제품: 단일물질로 간주

- ② 농염산, 농질산에 인위적으로 물을 혼합, 희석시킨 화학제품 : 혼합 물질로 간주
- ③ 고분자를 구성하고 있는 단량체가 1가지 종류인 경우에는 단일물질로 간주
- ④ 2가지 이상의 단량체가 중합반응 등의 화학적 반응이 아닌 단순히 물리적으로 혼합되어 있는 경우에는 혼합물질로 간주
(예) 폴리에틸렌과 같이 한가지 단량체로 구성된 고분자는 단일물질

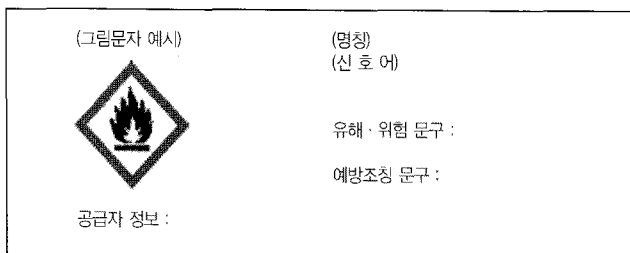
5. MSDS와 경고표시

MSDS와 경고표시 모두 화학물질의 유해성정보를 사업주 및 근로자에게 전달하기 위한 기초 자료로서, 아래와 같은 차이점이 있다.

- (1) 경고표지 : 시각적으로 유해성 정보를 인식 할 수 있도록 용기 및 포장에 부착하거나 인쇄하는 라벨 형태의 정보자료
- (2) MSDS(물질안전보건자료) : 해당 화학물질에 대한 상세한 자료를 기재한 문서로서 일종의 “화학물질 취급설명서”이며, 작업장의 취급 근로자가 쉽게 볼 수 있는 장소에 갖춰두어야 함

6. GHS에 따른 경고표시 작성방법

- (1) GHS에 따른 유해성·위험성 분류
 - ① 유해성·위험성 분류에는 해당 물질에 대한 실험 자료 또는 국내·외 화학물질 정보 DB의 유해성·위험성 분류 자료 활용
 - ② 경고표지 기재항목 결정 및 작성방법
 - ① 제품명 : MSDS상의 제품명 기재
 - ② 그림문자 : 해당 그림문자가 5개 이상인 경우 4개 선택 가능 (그림문자의 크기는 최소한 0.5cm² 이상)
 - ③ 신호어 : “위험” 또는 “경고” 표시, 모두 해당시 “위험”만 표시
 - ④ 유해·위험 문구 : 해당문구 모두 표기
 - ⑤ 예방조치 문구 : 해당문구가 7개 이상인 경우 예방·대응·저장·폐기 각 1개 이상(해당문구가 없는 경우는 제외)을 포함하여 6개만 표기 가능
 - ⑥ 공급자 정보 : 사업장명, 주소, 전화번호
- (2) 경고표지 양식 및 크기 :
 - ① 양식



② 크기

용기 또는 포장의 용량	인쇄 또는 표찰의 규격
용량 > 500ℓ	450cm ² 이상
200ℓ < 용량 < 500ℓ	300cm ² 이상
50ℓ < 용량 < 200ℓ	180cm ² 이상
5ℓ < 용량 < 50ℓ	90cm ² 이상
용량 < 5ℓ	용기 또는 포장의 상하면적을 제외한 전체 표면적의 5%

(4) 그림문자 표기법 및 관련사이트

- ① 변경된 그림문자는 첨부된 파일이나 UN에서 제공하는 아래의 GHS 그림문자 제공 사이트를 이용
<http://www.unece.org/trans/danger/publi/ghs/pictograms.html>
- ② 원칙적으로 경고표지 작성시 그림문자의 테두리는 빨간색으로 표시

7. GHS제도 적용 이후 법적 제재 사항

산업안전보건법 제41조제1항 및 제3항에 의거

- ① GHS에 따른 MSDS 미 이행시 500만원의 과태료 부과
- ② GHS에 따른 경고표지 미 이행시 300만원의 과태료 부과

* GHS 제도 적용전과 후의 경고표지 예시

