# 용접작업의 안전

## 1. 개 요

가.용접이란

고밀도 열원을 이용하여 접합하고자 하는 두 물체의 접합부를 국부적으로 용융한 후 다시 응고시켜 하나로 만드는 야금학적인 접합방법으로 이 중 전기적 에너지를 이용한 용접법이 가장 많이 사용되고 있다.

나.재해발생 유형

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.

> 용접작업 중 발생하는 감전재해는 우리나라 전체 감전사망사고의 약 10%를 차지하고 있고, 폭발에 의한 중대재해도 또한 해마다 반복되고 있다.

다.용접의 유해성

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

## 2. 용접흄에 의한 안전대책

가.용접흄이란

용접흄은 용접시 열에 의해 증발되는 물질이 냉각되어 생기는 미세한 소립자로, 고온의 아크 발생열에 의해 용융금속 증기가 주위에 확산됨으로써 발생된다. 이 때 발생되는 흄은 철, 망간, 니켈, 규소, 칼륨, 크롬, 티타늄, 나트륨 등 중금속에서부터 여러 형태의 성분이 있고, 크기 또한 0.02~10㎛까지 다양하나 일반적으로는 0.5~7㎛정도이다.

공기 중의 무기입상물질이 인체 내에 흡입되면 7㎛ 이상의 크기는 대부분 코털이나 기관지의 섬모에 걸려 제거되며, 0.5㎛이하의 미세입자는 폐에 들어가도 침착되지 않고 다시 배출된다. 그러나 대부분의 용접흄의 크기와 같은 0.5~7㎛ 크기의 입자는 폐에 들어가 말단의 폐포에 침착하여 여러가지 영향을 미치게 된다.

나.용접흄이 신체에 미치는 영향

용접작업으로 흡입된 흄은 53%가 흡입되고, 호기를 통해서 47%가 배출된다. 흡입된 흄은 시간의 경과에 따라 비인두(10%), 기관지(8%), 폐(35%)등을 거쳐 가래 또는 변으로 44.2%가 배출되고 혈류, 임파 등에 각각 7.05%, 1.75%씩 흡수된다.

따라서 흄을 흡입하였을 경우 진폐증 · 유해가스 등으로 호흡 계통 등에 영향을 미칠 수 있음에 유의해야 한다.

다.안전대책

흄 발생량은 용접의 종류에 따라 차이가 많으며 용접 조건에 따라서 양과 성분이 변함으로 흄발생량과 화학성분을 고려하여 국소배기장치, 전체환기 대책

등을 세워 용접 작업자가 고농도의 흄을 흡입하지 않도록 배려해야 한다.

또한, 고농도의 흄을 직접 흡입하지 않도록 풍향을 고려하여 신체의 방향을 잡고, 차광면으로부터 흄류를 피하는 등 작은 배려로부터 작업자를 보호해야 한다.

⑴ 환기

용접흄과 같이 그 발생원이 국부적인 경우는 흄이 작업장 공간에 확산된 다음 대처하는 것보다 발생원 근방에서 국소배기장치로 흡인・포집하여 제거하는 것이 효과적이다.환기방법으로는 다음과 같다.

①자연환기방법
②국소환기방법
③이동식 국소배기장치
④전체환기장치

⑵ 기타

최근 복합와이어나 피복아크용접봉 중에는 흄발생 저감 목적으로 개발된 것도 있으므로 적절한 용접재료의 선택으로 흄 발생을 감소할 수 있다.또한 자동용접시에는 작업자가 아크에서 상당히 떨어진 위치에서 감시하는 것이 가능하고,이 위치에서의 흄류는 이미 상당히 희석되어 있어 흄류에서 안면을 피하는 것도 용이하다.따라서 용접의 자동화 또는 로보트화는 용접작업자의 방호 효과에서 볼 때 유효한 수단의 하나가 될 것이다.

## 3. 아크에 의한 안전대책

가.아크의 영향

용접아크는 대단히 고온이며 강렬한 광선을 발한다. 이 광선에는 가시광선과 자외선이 포함되어 있으며, 이는 시신경을 자극시켜 작업을 방해한다. 자외선은 조직을 손상시키는 작용을 하며, 눈에 들어가면 결막, 각막 등에 침투하여 통증을 일으킨다. 용접시 발생하는 아크광은 눈에 전광성 안염이라 불리우는 급성각막표층염을 일으키며, 대부분 노출된지 수시간 경과 후 발생한다.

노출이 심한 경우 각막표층박리, 궤양, 백색혼탁, 출혈, 수포형성이 될 수 있는데, 특히 백내장, 망막황반변성 등은 눈에 치명적인 질환을 가져올 수도 있다.강한 가시광선은 눈의 피로를 가져오며, 자외선에 의해서 생기는 각막과 결막에 대한 급성염증 증상은 용접근로자 자신이 느끼는 증상에 의해 쉽게 발견될 수 있다.적외선에 의해서는 열성 백내장이 발생할 수 있는데, 적외선에 의한 눈의 이상은 늦게 나타나므로 제때 발견하기가 어렵다.또한 자외선과 방사선은 피부를 붉게 하고 살갗을 태우며 피부의 화상을 유발할 수 있다.또한 아크와의 거리가 가까울수록 그 영향은 크다.

나.안전대책

용접아크로부터 발산하는 유해광선을 차단하여 눈을 보호하기 위해서는 가시광선을 적당한 밝기로 조절하여 작업을 용이하게 하기 위한 차광보호구를 사용한다.아크광의 각 스펙트럼에 따라 조도에 맞는 차광도번호의 차광안경을 사용해야 하며, 용접 작업장의 차광용 커튼의 설치도 고려되어야 한다.

①보호안경 :보통안경형, 사이드시일드형, 아이캡형
②보안면 :안면전부를 덮는 구조로서 헬멧장착형이나 핸드시일드형

<표1> 용접종류에 따라 권장되는 차광도 번호

③용접작업 중 불꽃 등에 의하여 화상을 입지 않도록 방화복이나 가죽앞치마, 가죽장갑 등의 보호구를 착용한다.

| 용 접 종 류 | 차광도 번호 |
|---|---|
| 산소아세틸렌용접 | 4~5 |
| 피복아크용접 | 10~12 |
| 불활성가스용접 | 11~12 |

## 4. 폭발·화재에 대한 안전대책

가. 폭발·화재

전기용접, 가스절단 등 용접·용단시에 발생되는 과열된 용접불꽃, 불꽃, 아크가 인접한 가연물(기름, 나무조각, 도료, 걸레, 내장재, 전선 등) 폭발성 물질 또는 가연성 가스에 직접적인 점화원을 제공하여 화재·폭발로 인한 대형사고로 발전될 가능성이 높다.

또한, 밀폐장소에서의 작업은 작업 전에 공기질이 좋았더라도 유독성 오염물질의 누적, 불활성이나 질식성 가스로 인한 산소 결핍, 산소 과잉 발생으로 인한 폭발가능성 등이 생길 수 있다.

나. 안전대책

⑴ 밀폐장소에서의 안전대책

①작업자가 밀폐공간에서 작업시 반드시 사전허가를 받는 시스템을 확립한다.

②밀폐공간에 연결되는 모든 파이프, 덕트, 전선 등은 작업에 지장을 주지 않는 한 연결을 끊거나 막아서 작업공간내로 유출되지 않도록 한다.

③작업 중 지속적으로 환기가 이루어지도록 한다.

④가연성, 폭발성 기체나 유독가스의 존재 여부 및 산소결핍 여부를 작업 전에 반드시 점검하고, 필요시는 작업 중 지속적으로 공기 중 산소농도를 검사한다.

⑤용접에 필요한 가스실린더나 전기동력원은 밀폐공간 외부의 안전한 곳에 배치한다.

⑥밀폐공간 외부에는 반드시 감시인 1명을 배치하여 눈이나 대화로 확인하고, 작업자의 입·출입을 돕거나 구조활동에 참여한다.

⑦배치된 사람은 작업자가 내부에 있을 때는 항상 정위치하며, 필요한 개인보호장비와 구조장비를 갖춘다.

⑧밀폐공간에 출입하는 작업자는 안전대, 생명줄 그리고 보호구를 포함하여 적절한 개인보호장비를 갖춘다.

⑵ 폭발·화재의 안전대책

①가스용기는 열원으로부터 멀리 떨어진 곳에 세워서 보관하고 전도방지 조치를 한다.

②산소밸브는 기름이 묻지 않도록 한다.

③가스호스는 꼬이거나 손상되지 않도록 하고 용기에 감아서 사용하지 않는다.

④안전한 호스연결기구(호스클립, 호스밴드 등)만을 사용한다.

⑤검사받은 압력조정기를 사용하고 안전밸브 작동시에는 화재·폭발 등의 위험이 없도록 가스용기를 연결시킨다.

⑥가스호스의 길이는 최소 3m 이상 되도록 한다.

⑦호스를 교체하고 처음 사용하는 경우, 사용전에 호스내의 이물질을 깨끗이 불어낸다.

⑧토치와 호스연결부 사이에 역화방지를 위한 안전장치를 설치한다.

⑨가연물을 격리시키기 어려울 경우에는 불꽃비산 방지 조치를 하는 등 기타 폭발화재 등이 일어나지 않도록 조치하고 근처에 소화기를 준비하도록 한다.

⑩드럼통, 탱크, 배관 등의 용접수리 작업시 내부에 인화성액체나 가연성가스, 증기가 존재할 경우 구조물내 모든 가연성 물질 제거하고, 압력축적을 막기 위해 구조물내 환기를 실시한다. 또한, 용접부위에 국소적으로 물을 넣거나 불활성

기체로 내부를 청소한다.

## 5. 감전재해의 안전대책

가.아크용접시 감전재해

아크용접 작업에서 감전사고가 발생할 가능성이 있는 것은 교류아크용접기에서 용접봉 홀더를 사용해서 수동용접을 행하는 경우이다. 아크용접에서 감전사고 발생 요소로는 용접봉 홀더, 용접봉의 와이어, 용접기의 리드단자, 용접용 케이블 등이 있다. 장비의 불완전한 접지, 닳거나 손상된 전선과 용접홀더, 안전장갑의 미흡 또는 습윤 상태 등은 용접 작업자에게 위험성을 가중시킨다. 기타 위험요인으로는 회로형태, 전압, 신체의 통전경로, 전류의 세기, 접촉시간 등이다. 특히, 몸이 땀으로 젖었을 때나 드럼, 보일러 등과 같이 주위가 철판으로 둘러싸인 좁은 장소에서 용접 작업시는 감전위험이 증대되므로 주의하여야 한다.

나.감전재해의 예방

⑴ 전기용접작업시 주의사항

①물 등 도전성이 높은 액체가 있는 습윤장소 또는 철판·철골위 등 도전성이 높은 장소에 사용하는 용접기에는 감전방지용 누전차단기를 설치한다.

②습윤 장소, 철골조, 밀폐된 좁은 장소 등에서의 용접 작업시에는 자동전격방지기를 부착하고, 주기적 점검 등으로 자동전격방지기가 항시 정상적인 기능이 유지되도록 한다.

③용접기의 모재측 배선은 모재의 대지전위를 상승시켜 감전위험성을 증가시키므로 모재나 정반을 접지한다.

④용접기 외부상자의 접지, 1차측 전로에 누전차단기 설치, 케이블 커넥터, 절연커버, 절연테이프 등을 사용한다.

⑤기타 전기 시설물의 설치는 전기담당자가 취급토록 조치한다.

⑵ 용접용 가죽장갑은 실리콘 수지로 처리한 장갑을 사용하며, 방수성도 좋고 절연 저항이 높아야 한다.

⑶ 절연형 홀더의 사용

⑷ 자동전격방지기의 사용

⑸ 적절한 케이블 사용

⑹ 작업정지시 전원차단