

KOSHA GUIDE

E - 76 - 2013

아크용접장치의 설치 및 사용에 관한 기술지침

2013. 11.

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

o 작성자 : 서울과학기술대학교 안전공학과 정재희 교수

o 개정자 : 한국산업안전보건공단 조영선

o 제 · 개정 경과

- 2011년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(제정)

- 2013년 11월 전기안전분야 제정위원회 심의(개정)

o 관련규격 및 자료

- BS 638-7 Arc welding power sources, equipment and accessories

- KS P 8142 용접용 보호면

- KS K ISO 11611 용접 및 관련 공정에서 사용하는 보호복

o 관련법규 · 규칙 · 고시 등

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제3장 제1절(전기기계 · 기구 등으로 인한 위험 방지) 제306조(교류아크용접기 등)

o 기술지침의 적용 및 문의

이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2013년 11월 30일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

아크용접장치의 설치 및 사용에 관한 기술지침

1. 목적

이 지침은 아크용접장치에 의한 감전 및 화재 등의 사고를 예방하기 위한 아크용접장치의 설치 및 사용에 관한 사항에 대해 기술함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 산업현장에서 사용되는 아크용접장치에 대하여 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “아크용접(Arc process, gouging, cutting)”이라 함은 수동 금속아크용접(MMA), 비활성가스 텅스텐 아크용접(TIG), 반자동 금속 아크용접(MIG/MAG), 자동 금속 아크용접(submerged arc and open arc), 플라즈마 아크용접, 아크에어가우징 등을 말하며, 전원에 따라 직류아크용접과 교류아크용접으로 구분되어 진다.

(나) “수동 금속 아크용접(Manual metal-arc welding, hand welding)”이라 함은 자동 또는 반자동적인 대체수단 없이 소모성 용접봉을 사용하는 아크용접을 말한다.

(다) “비활성가스 텅스텐 아크용접(Tungsten inert gas welding)”이라 함은 비활성가스 아크의 일종이며, 텅스텐 등 쉽게 소모되지 않는 금속을 전극으로 하는 용접으로 비활성가스에 의해 보호되는 아크와 용접부 내에 비소모성이고, 활성

화된 텅스텐 전극을 사용하는 아크용접을 말한다.

- (라) “반자동 금속 아크용접(Semi-automatic metal-arc welding)”이라 함은 용접봉이 자동으로 제어되고, 용접봉의 위치는 수동으로 하는 금속 아크용접을 말한다.
- (마) “자동 금속 아크용접(Automatic metal-arc welding)”이라 함은 용접봉 및 전극, 용접대상물의 이동이 자동으로 제어되는 금속 아크용접을 말한다.
- (바) “플라즈마 아크용접(Plasma arc welding)”이라 함은 플라즈마에 의해 발생한 아크를 사용하는 용접을 말한다.
- (사) “아크에어 가우징(Air-arc gouging)”이라 함은 아크열로 녹인 금속표면에 연속해서 압축공기를 분사하여 흠을 파는 방법의 용접을 말한다.
- (아) “용접회로(Welding circuit)”이라 함은 용접을 하기위해 필요한 전원을 공급하는 회로로 용접공정의 모든 도전부를 포함한다.
- (자) “노출 도전부(Exposed conductive part)”라 함은 전류가 정상적인 상태에서는 흐르지 않고 고장 시에 흐를 수 있는 전기설비의 도전부를 말한다.
- (차) “기타 도전부(Extraneous conductive part)”라 함은 전기설비에 포함되지 않으나, 대지 전위를 가지기 쉬운 도전부를 말한다.
- (카) “등전위 본딩(Equipotential bonding)”이라 함은 노출 도전부와 기타 도전부를 전기적으로 연결하는 것을 말한다.
- (타) “공작물(Workpiece)”이라 함은 가공되는 재료를 말한다.
- (파) “이동 용접장비(Mobile welding equipment)”라 함은 고정배선에 연결되지 않은 용접장비(전원, 와이어송급기, 용접건 등)로 운반장치 없이 쉽게 움직일 수 있는 용접장비를 말한다.

(하) “고정 전원(Fixed power source)”이라 함은 다른 장소로 쉽게 이동하지 못하도록 고정 배선에 의하여 공급되는 전원을 말한다.

(거) “보호복 및 부속품(Protective clothing and accessories)”이라 함은 감전재해 등 전기적인 위험성, 피부, 눈에 위협적인 방사선 및 칩 등으로부터 작업자를 보호하기 위한 보호복 및 부속품(장갑, 안면보호면, 용접마스크, 렌즈 필터 등)을 말한다.

(너) “전문가(Expert)”라 함은 작업에 대한 전문지식, 작업장소의 위험성 판단, 관련 경험, 장비의 지식 등을 겸비하고, 해당 업무에 대해 객관적으로 판단할 수 있는 사람을 말한다.

(2) 그 밖의 용어의 정의는 이 지침에서 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙 및 산업안전보건기준에 관한 규칙에서 정하는 바에 따른다.

4. 일반 요구사항

(1) 전기 아크용접장치에 사용되는 전원, 장비, 부속품은 사용 목적에 적합하게 사용하고, 관련 지침에 따라 설치되어야 한다.

(가) 금속외함은 전기설비기술기준의 판단기준에 따라 접지하여야 한다. 다만, MIG/MAG 와이어송급기의 경우 이상상태에서 과전류가 접지도체로 흘러 소손될 가능성이 있으므로 전원장치를 분리하여야 한다.

(나) 절연변압기로 전원을 공급한 경우, 와이어송급기 외함의 접지는 생략할 수 있으며, 그 외의 경우에 와이어송급기 외함은 접지하여야 한다.

(2) 용접장치는 용접 전극의 무부하 전압으로 인한 감전 위험성이 없도록 적절한 조치를 하여야 한다(5항 (4)의 (마), (바) 참고).

5. 전기회로

(1) 용접장치와 공작물의 전기적 연결은 가능한 한 직접 연결하고, 용접귀로(welding return) 회로는 충분한 전류를 통전할 수 있는 용량이어야 한다.

(2) 공작물이 접지되어 있는 경우, 연결 도체는 가능한 직접 연결한다.

(3) 용접회로와 기타 도전부

(가) 아크가 발생하는 장소 및 전극홀더나 용접기가 있는 장소에서는 절연막, 이격 거리 등과 같은 보호가 필요하다.

(나) 용접회로와 기타 도전부는 충분한 단면적을 갖는 절연된 도체로 등전위 본딩을 하여야 한다.

(다) 용접중인 공작물에 근접한 가스실린더가 용접회로와 접촉하지 않도록 주의해야 한다.

(4) 용접 회로

(가) 용접회로의 귀로케이블 및 공작물의 등전위본딩에 사용되는 도체는 용접전류를 충분히 공급할 수 있는 단면적과 유연성이 있는 절연 도체를 사용하여야 한다.

(나) 용접회로의 귀로케이블 및 공작물의 등전위본딩은 적절한 장비를 사용하여 견고하게 연결하고 전기적으로 접촉이 유지되어야 한다. 마그네틱 장비를 사용할 때에는 공작물의 표면과 장비의 접촉면은 청결하여야 한다.

(다) 연결체와 단자의 연결은 풀리지 않도록 견고하게 하여야 한다.

(라) 용접회로는 전원공급 이전에 모두 연결하여야 하며, 적절한 예방조치로 작업자와 장비에 대한 위험성을 최소화하여야 한다.

(마) 3상 교류로 구성된 다중조작 전원장비를 설치할 때 작업자는 각 전원장비와 일정 거리를 유지하여 감전의 위험성이 없도록 설치하여야 한다.

(바) 교류 단상전원을 설치할 경우 작업자는 각 도체와 접촉되지 않도록 이격하여 설치한다.

주 1 : 여러 작업자가 같은 공작물을 용접할 때 서로 다른 전원(직류 또는 교류)을 사용하면, 두 홀더간의 전압은 단일전원에 의한 무부하전압의 두 배의 전압이 인가된다. 작업자는 이러한 위험성에 대하여 숙지해야 한다.

주 2 : 하나의 전원 이상을 사용하는 경우에는 각각의 전원에 대한 개별관리를 해야 하며 각각의 전선이 어디에 연결되어 있는지를 정확하게 확인할 수 있어야 한다.

(사) 다음과 같은 장치는 연결 또는 분리되는 경우에 확인이 가능하고 안전하게 배열해야 한다.

- ① 용접회로에 전기적으로 연결이 되어 있는 노출된 보조장치(제어장치, 아크발생장치 등)
- ② 장비를 서로 연결시켜주도록 구성되어 있는 장치

(아) 장비가 연결 또는 분리되기 전에 동작회로의 전원이 차단되어야 한다.

(자) 보조장비 전원의 출력전압은 무부하 전압상태에서 허용된 출력전압을 초과하면 안 된다.

6. 일반 안전

(1) 전원 연결

(가) 용접전원 연결은 전문가를 통해 관련 규정에 적합하게 연결하고 허용되는 무부하 전압을 초과하지 않아야 한다.

(나) 서로 간에 연결되어 있는 전원중 하나가 정비를 받아야 하는 경우에는 주 공

급전원 및 용접회로에서 그 전원을 분리시켜야 한다.

(2) 용접장치의 점검 및 관리

(가) 작업 시 작업감독자는 장비가 정확하게 연결되었는지를 주기적으로 확인하여야 한다.

(나) 모든 연결은 견고하여야 하며, 장비의 정상 작동 유무를 확인하고 조금의 결함이라도 발견되면 정비하여야한다.

(다) 장치의 케이블, 전극 홀더, 플러그, 소켓에 대해서는 특별한 주의를 하여야 한다.

(라) 작업자는 노출 도전부에 이상 유무를 작업 전후 수시로 확인하도록 교육받아야 하며, 결함이 발견되면 즉시 보고하고 장비는 정비되기 전까지 사용하면 안 된다.

(3) 전원 분리

(가) 작업자가 작업을 중단하거나 작업위치를 벗어나는 경우(점심시간, 위치변경, 전원 변경, 용접회로 변경)에는 전원을 분리시키거나 전극 홀더 또는 용접건이 임의로 작동되지 않도록 보호장치를 시설하여야 한다.

(나) 전원을 다른 장소로 옮길 경우 용접장치는 주전원으로부터 분리시켜야 한다.

(다) 용접장치의 점검 및 정비 시 용접장치는 전원으로부터 분리시켜야 한다.

(4) 외함 및 보호막은 통전중인 장비로부터 작업자를 충분히 보호할 수 있어야 한다.

(5) 작업자는 안전교육을 통해 장치의 올바른 사용방법 및 작업공간의 위험성 등을 인지하여야 한다.

(6) 보호복 및 부속품

(가) 용접 작업자와 아크 주변에서 작업하는 작업자들은 작업 시 아크 보호복과 부속품을 사용하여야 하며, 용접작업자가 전극을 교체할 경우 반드시 보호장갑을 착용하여야 한다.

(나) 눈, 안면 및 목 보호에 필요한 부속품은 KS P 8142(용접용 보호면)에 따른다.

(다) 보호복의 부속품은 KS K ISO 11611(용접 및 관련 공정에서 사용하는 보호복)에 따른다.

(7) 전극홀더 및 용접건이 사용되지 않은 경우에는 전원을 차단하여야 한다.

(8) 3상 다중조작 전원 또는 단일 공작물에 사용하는 일부 전원, 서로 연결된 공작물, 작업자가 서로 접촉 가능한 위치에 있을 경우는 두 전극이 접촉하거나 동시에 용접건에 접촉하지 않도록 주의하여야 한다.

7. 감전재해 위험성이 높은 환경에서의 용접 작업

용접작업 시 감전위험성이 높은 환경은 아래사항을 참조하여 감전재해로부터 작업자를 보호하여야 한다.

참고 : 감전위험성이 높은 작업환경에서 용접장치는 안전초저전압(SELV : Safety Extra Low-Voltage)으로 공급되는 제어장치를 사용하며, 용접장치의 주전원에는 인체감전보호용 누전차단기(정격감도전류 30 mA 이하, 정격동작시간 30 ms 이하)를 설치하는 것이 바람직하다.

(1) 전원과 용접장치는 환경에 적절한 것을 사용하여야 한다.

(2) 절연스탠드 또는 매트 는 어디에서나 사용이 가능하여야 한다.

(3) 작업자는 위험발생 시 주변에 즉시 도움을 줄 수 있는 다른 작업자가 있는 장소와 용접회로 및 전원의 전기적인 분리를 쉽게 할 수 있는 곳에서 작업하여야 한다.

KOSHA GUIDE
E - 76 - 2013

(4) 보호복 및 부속품은 6항 (6)에 따른다.

8. 교류 아크 용접 시 방호조치

사업주는 다음 각 호의 어느 하나에 해당하는 장소에서 교류아크용접기(자동으로 작동되는 것은 제외한다)를 사용하는 경우에는 교류아크용접기에 자동전격방지기를 설치하여야 한다.

- (1) 선박의 이중 선체 내부, 밸러스트(Ballast) 탱크, 보일러 내부 등 도전체에 둘러싸인 장소
- (2) 추락할 위험이 있는 높이 2 m 이상의 장소로 철틀 등 도전성이 높은 물체에 근로자가 접촉할 우려가 있는 장소
- (3) 근로자가 물·땀 등으로 인하여 도전성이 높은 습윤 상태에서 작업하는 장소

KOSHA GUIDE
E - 76 - 2013

<부록>

이 부록은 아크용접에 사용되는 전원, 장비, 부속품에 대한 권장사항의 설명이다.

1. 일반

이 부록에서 설명하는 권장사항은 필수사항은 아니지만 작업을 하는데 있어서 유용하며, 가능하면 어디에서나 적용된다.

2. 감전재해 위험성

2.1 전원 그룹

같은 공작물에 사용되는 여러 전원중 하나에 결함이 발생한다면 2차 전원을 장치에서 분리시켜야 하고 정비되기 전까지 1차 전원은 차단하여 감전의 위험성이 없도록 하여야 한다.

2.2 플라스마 아크용접

무부하 전압이 최대 200 V까지 사용이 가능하여 감전재해 위험성이 매우 높기 때문에, 점검 및 관리를 하는데 있어서 주의가 필요하다. 특히 냉각장비에서 물이 새거나 절연물에 영향을 미치지 않도록 하여야 한다.

2.3 변압기에 의한 전원공급

변압기가 있는 장소에서 전기 아크용접을 할 때, 변압기 2차 전원의 전압으로부터 발생하는 감전의 위험성을 최소화하기 위해서는 절연을 하여야 한다.

KOSHA GUIDE
E - 76 - 2013

3. 아크 발생

3.1 일반

아크는 보라색 빛과 극심한 밝기의 빛 및 열이 발생한다. 강렬한 빛은 보라색이며, 눈이 부시고 시력을 악화시킨다. 발생한 열은 피부와 눈에 손상을 주기 때문에 용접작업을 하는 작업자나 그 부근에서 작업에 노출된 작업자는 병원치료를 고려할 필요가 있다.

3.2 작업자의 눈, 안면 및 목 보호

작업자는 안면보호구를 착용하여 아크로부터 눈을 보호하는 것이 필수적이다. 눈, 안면 및 목을 보호하는 장비는 KS P 8142에 따른다.

3.3 작업자의 신체보호

작업자의 신체는 보호복을 착용하는 것으로 칩비산, 아크의 직접적 또는 반사에 의한 영향으로부터 신체를 보호하여야 한다. 보호복과 관련된 규정은 KS K ISO 11611이다.(6항 (6) 참조)

3.4 아크 주변 보호

무반사 커튼이나 스크린으로 작업자나 아크 주변 사람의 신체를 보호하여야 한다. 가능하다면 아래의 문구를 아크발생 위험성이 있는 장소에 설치하는 것이 좋다.

아크가 발생하는 곳을 직접적으로 눈으로 보지 마시오.
(Do not look at the arc directly)

4. 용접 흠

대부분의 금속은 아크의 높은 온도로 인해 연소되거나 증발한다. 따라서 용접 시 발생하는 흠, 가스, 증기는 작업자에게 유해하기 때문에 환기를 통해 유독가스로부터 보호되어야 한다.

5. 소음

소음에 대한 노출기준은 고용노동부고시 제2011-13호의 별표 2-1을 따른다. 작업자가 90 dB을 초과하는 소음 수준에서 하루에 8시간 이상 노출된 경우 별도의 보호를 하지 않으면 작업자의 건강에 손상을 줄 수 있으며, 노출시간에 관계없이 115 dB을 초과하는 소음에 노출되면 안 된다.

소음에 대해 의심이 되는 경우에는 어떠한 상황에서도 소음측정자를 통해 소음을 확인해야 하며, 만약 규정된 소음 노출기준을 초과했다면 다음과 같은 조치를 실행해야 한다.

- ① “과소음발생지역” 문구를 소음레벨이 과도하게 노출되는 지역을 구분한다.
- ② 귀마개 등과 같이 적절한 보호구를 착용한 작업자만 출입하도록 한다.
- ③ 기계, 일반 작업 및 생산을 하기 위한 작업자의 소음레벨 수준을 경고성 문구로 표시한다.
- ④ 소음기 또는 소음을 차단 할 수 있는 밀폐구조 등으로 소음원을 차단한다.
- ⑤ 이상 소음이 발생하는 경우에는 적절한 보호구를 착용한다.
- ⑥ 소음방지장치의 적정성 여부를 주기적으로 확인한다.

6. 화재 및 폭발

6.1 일반

용접 시 아크는 공간으로 퍼지고 틈을 통해 이동하기 때문에 심각한 위험성을 내포하고 있다. 따라서 아크나 흠이 발생하지 않도록 하거나, 발생하더라도 비폭발성 또는 비가연성 상태에서 작업하도록 해야 한다.

작업 후에는 남아있는 금속이 폭발하거나 화염이 발생하지 않도록 생각시키는 것을 필

KOSHA GUIDE
E - 76 - 2013

수적으로 수행해야 한다. 용기를 검사하고 이것이 “고온 장소”에서 작업하여도 안전한 지에 대한 여부는 관련 규정 준수 및 전문가의 검토가 필요하다.

6.2 가연성 물질 제거방법

6.2.1 일반

가연성 물질은 용기나 적재함에서 제거되어야 한다. 이에 대한 방법은 6.2.2 및 6.2.3에서 설명한다.

6.2.2 증기를 통한 제거

저압의 증기를 사용할 때, 압력의 증가를 방지할 수 있는 충분한 증기의 배출구를 확보하여 어떠한 잔류물이나, 슬러지 등의 응축물을 배출할 수 있도록 하여야 한다.

증기를 통해 제거하는 시간이 다르지만, 시간이 길어질수록 가연성 물질을 제거할 수 있는 기회가 더 커진다.

예를 들어 크기가 큰 탱크에서 탱크 본체와 스팀 배관을 접지시킨다면 정전기가 축적되는 것을 막을 수 있듯이, 정전기 축적을 막을 수 있도록 예방조치를 취해야 한다.

6.2.3 보일링(boiling)을 통한 제거

용기를 가능한 비우고 모든 커버를 제거, 끓는 물에 담가서 용기에 가득 채운다. 그리고 첨가제로 알칼리성 기름제거제 물질, 휘발유, 디젤, 오일 등에 쓰이는 세제를 투입한다. 용기가 완전히 끓어오를 때까지 진행한다.

6.3 가연성 물질로 부터의 위험성 감소

가연성물질의 완벽한 제거는 어렵기 때문에, 잔류 가연성 물질이 점화되지 않도록 반드시 처리하여야 한다.

스파크가 발생하지 않도록 덮개를 열고 다음을 실행한다.

- ① 용기나 그릇은 물로 가득 채운다(실제 용접을 하는 장소에서 발생하는 찌꺼기 내에 있는 기포가 가능한 작아질 때까지).
- ② 용기나 그릇을 비활성가스 또는 니트로젠 또는 CO₂로 채운다.
- ③ 용접을 하는 동안에 그릇이나 용기에 스팀을 지속적으로 보낸다.

6.4 화재위험

연소하기 쉽거나 폭발하기 쉬운 물질은 용접하는 곳 부근에서 가능한 멀리 치워야 한다. 가연성 물질은 화염이 있는 곳에 두면 안 된다.

만약 가연성 물질을 치우지 못한다면 위험성을 최소화하도록 덮개를 씌운다거나 비연소성 덮개로 봉인하며, 작업자는 용접이 끝나는 시점까지 지속적으로 관찰해야 한다.

밀폐함 내에 점화가 가능한 혼합물이 있는 경우에 이를 보호하기 위해서는 다음의 사항을 준수하여야 한다.

- ① 적절한 환기를 시킨다.
- ② 용기에서 화염발생이 가능한 물질을 제거한다.
- ③ 가연성 액체, 가스, 분진 등의 용기를 기구로 밀폐한다.
- ④ 배관, 전선관, 손잡이, 인접한 문 등으로부터 생길 수 있는 위험을 제거한다.
- ⑤ 그 주변에 작업자의 출입을 최소화한다.
- ⑥ 휴식시간에는 위험지역에 있는 용접장비를 분리시키고 제거한다.

기름으로부터 자유로울 수 있는 옷, 화염복, 가연성 오염물질 등을 막을 수 있는 적절한 보호구를 착용해야 한다. 또한 가스실린더는 반드시 용접전류 주변에 옮기면 안 되며, 아크가 가스실린더로 접근하는 환경을 만들어서는 안 된다.

7. 기계적인 위험

칩핑작업이나 그라인딩을 하는 경우 발생하는 분체가 작업자의 눈에 손상을 주기 때문에 작업 시 반드시 눈 보호구를 착용하여야 한다.

KOSHA GUIDE
E - 76 - 2013

모든 가스 실린더는 스탠드형으로 안정적으로 사용하거나 실린더를 고정시킬 수 있는 것을 사용하여 넘어지는 것을 방지하여야 한다.