

용접공 안전관리모델

순서

I. 재해발생현황(5년간)

1. 발생형태별 재해현황
2. 세부재해발생 내용

I. 재해발생 현황

II. 공정별 용접의 종류 및 점검사항

1. 공정별 용접의 종류
2. 용접종류별 주요유해위험요인과 안전보건대책
3. 용접기의 주요점검사항

III. 용접 작업안전표준(대표공정)

1. 자동용접_주관용접
2. 갠트리 로봇용접_주관-론지용접 작업
3. CO2용접_블록탑재
4. EGW용접_블록탑재 수직용접
5. TIG 용접_배관용접

IV. 작업공정별 위험성평가 자료

1. 자동용접_주관용접
2. 갠트리 로봇용접_주관-론지용접 작업
3. CO2용접_블록탑재
4. EGW용접_블록탑재 수직용접
5. TIG 용접_배관용접

V. 현장 우수사례

VI. 중대재해사례

※ 참고자료 : 조선업 화재·폭발 예방 메뉴얼

I. 재해발생현황

1. 발생형태별 재해현황

계	넘어짐	끼임	떨어짐	화상	부딪힘	물체에 맞음	근골격계 등 기타
73	18	11	11	9	8	9	7

※ 2010년도부터 2014년까지 5년간 대형조선소 5개 조선소에서 발생한 재해임

2. 세부재해발생 내용

○ 넘어짐(18건)

공정·장소	재해발생 내용
모듈탑재	론지를 밟고 내려오는 과정에서 발이 미끄짐
모듈탑재	오토케리지 용접피더기를 들고 다른 한손에는 케이블을 잡은 상태에서 경사진 T-BAR를 넘어가다 발이 T-BAR에 걸려 넘어짐
대조립	심 용접 작업을 하던 중 발판 밑에 있는 공구(코킹)을 줍기위해 이동하다 긴 용접바지 끝을 밟아 중심을 잃고 넘어짐
도크탑재	용접면과 피더기건을 들고 T-BAR위를 밟고 이동하던중 발이 미끄러지면서 넘어짐
대조립	용접피더기, 용접복을 들고 BLK하부작업장 바닥을 이동중 개인용 가스호스(케이블)에 걸려 넘어짐
의장	케이블 행거-트레이가 넘어짐
대조립	자동 용접 중 케리지 1대가 완료되어 작동을 멈추려고 이동 중 150 앵글플랜지에 걸려 넘어진 사고임
소조립	용접작업을 마치고 이동 중 부재받침용 H-beam 끝에 발이 걸려 넘어짐
소조립	용접 수정작업을 위해 자세를 잡던 중 격자 정반 끝단부에 있던 좌측 발이 미끄러지면서 넘어짐
소조립	용접작업을 하던중 자세변경을 위하여 플러스깁통에 앉는 과정에서 재해자가 중심을 잃고 플러스캔과 함께 넘어진 사고임
모듈탑재	블록 내부 SUPPORT 용접 작업 후 이동중 거더 위에서 바닥으로 발을 내딛는 미끄러지면서 넘어짐
도크탑재	용접피더기를 들고 이동하다 맨홀에 발이 걸려 넘어짐
모듈탑재	용접와이어에 발이 걸려 넘어진 사고임
대조립	돌출된 파이프에 용접바지 하단부가 걸려 넘어짐
모듈탑재	용접 장비를 이동하던 중 블록경사면에 미끄짐
소조립	용접케이블을 정리하면서 뒷 걸음질중, 러그에 오른발이 걸려 넘어짐
대조립	부재의 후면 자동용접을 하기 위하여 케이블을 잡아당기던 중 몸의 중심을 잃고 높이 650mm 정반 아래로 넘어짐
소조립	용접 피더기를 들고 이동 중 론지에 발이 걸려 넘어짐

○ 끼임(11건)

공정·장소	재해발생 내용
소조립	호이스트 혹은 임의 제작된 치구에 용접 와이어를 고정시키던 중 치구에서 빠진 와이어가 전도되어 좌측 발목 윗부분이 끼임
도크탑재	파이프 용접을 하기 위하여 Hatch를 통하여 내려가는 도중에 공구통이 Hatch Cover에 고박된 조명등 전선에 간섭이 되어 Hatch Cover가 닫히면서 재해자의 양손 끼임.
소조립	주판의 론지 용접작업을 하던 재해자가 대차의 몸체 상부와 주판면의 하부 사이에 끼임.
소조립	T-bay 용접 소부재가 재해자 방향으로 넘어지면서 우측발등이 소부재에 끼인 사고임.
의장	재해자가 용접작업중 작업공간이 협소하여 주변에 보관중인 냉동배관을 옆으로 밀어서 옮기던중 배관과 배관사이에 손가락이 끼임
의장	용접와이어를 끄내는 과정에서 용접와이어가 하부로 떨어지면서 손가락이 용접와이어와 용접와이어 사이에 끼임.
대조립	강재에 고정 지그를 망치의 진동에 의해 이탈되면서 보강재가 넘어져 손가락이 끼임.
의장	복판 용접 후 지렛대로 LEG 파이프를 돌리는 도중 파이프 반동에 의해 왼쪽 엄지손가락이 인접 파이프에 끼임
대조립	블록 T-BAR 부재의 위치가 맞지 않아 세움지그용 지렛대로 힘을 가하여 흔들던 순간, 가용접 부위가 터져 부재가 우측 발등으로 넘어지면서 끼임
소조립	용접와이어(4.8Φ,500KG)를 교체작업 중 무의식중에 호이스트를 들어올려 오른팔이 와이어와 장비핸들 사이에 협착된 사고임
도크탑재	내부 외판 연결부 작업을 위해 DECK HOLE(300Φ)로 용접케이블 내리던 중, 우측 발목이 케이블에 걸려 홀에 끼임

○ 떨어짐(11건)

공정·장소	재해발생 내용
대조립	용접케이블이 걸려 케이블을 당기는 순간 피더기가 끌려오면서 중심을 잃고 약 4M 아래로 떨어짐.
대조립	용접작업을 완료하고 수직사다리를 내려오던 중 발이 미끄러지며 약 1.5M 하부로 추락하여 척추 등에 충격을 받은 사고임
대조립	작업자가 족장상부에서 용접 수정작업 중 발판 가장자리 부분에서 실족하여 떨어짐
대조립	블록상부에 용접작업을 하기위해서 고박되지않은 수직사다리를 오르던중 미끄러지면서 약2M 높이에서 떨어짐

대조립	용접작업을 마치고 아래로 내려오면서 T-BAR위를 밟았으나 발이 미끄러지며 하부 약 30cm 높이에서 떨어짐.
대조립	용접용 신발덮개가 사다리 발판과 신발사이에 끼이면서 중심을 잃고 약 1.2m 하부 작업장 바닥으로 떨어짐
대조립	우측 손에 피더기 토치를 잡고, 족장 상부로 가기 위해 수직사다리를 오르던 중 발이 미끄러지면서 약 1m 높이에서 떨어짐
도크탐재	블라드 용접작업을 하면서 뒷걸음질 하다가 높이 약1.7m 맨홀에 떨어져 허리를 다침
소조립	용접작업을 위하여 블록 상부에서 론지를 밟고 이동하던 중, 몸의 중심을 잃고 바닥으로 떨어짐.
대조립	사다리 3단에 올라서서 가우징 작업 중 사다리 상부에서 사다리를 안고 높이 약 2.5m 작업장 바닥으로 떨어짐
도크탐재	컨테이너 홀더 TANK TOP 용접작업 중 뒷걸음치다 1.5m 높이에서 떨어짐

○ 화상(9건)

공정·장소	재해발생 내용
선장	용접작업중 비닐에 불이 붙었 불을 진화하기 위해 작업자가 발로 밟던중 갑자기 불이 커지며 손목과 얼굴에 화상을 입음
탐재	용접작업 중 백킹제가 터지면서 용접물이 하부 고소작업차에 탑승하여 백킹제를 부착하던 좌측 손등에 떨어짐.
건조	HOPPER 내부 용접작업시 발생된 용접불티가 하부 재해자의 목부분으로 비산되어 2도 화상을 입음
P.E장	용접물이 좌측발목에 떨어져 화상
Dock호선	용접작업 중 안면부 화상
P.E장	용접작업 중 옆구리 화상
건조	절단기 화력에 의해 우측 무릎 뒷부분에 화상을 입음
Dock호선	예열 준비 작업중 점화하는 순간 불꽃이 튀어 화상
Dock호선	탐재작업중 용접불꽃이 안면부 화상

○ 부딪힘(8건)

공정·장소	재해발생 내용
PE장	용접작업을 위해 T-BAR를 넘어가던 중 우측 무릎이 돌출된 부재의 면에 충격되어 타박상을 입은 사고임.
건조	내관 연결부 용접후 외관 용접을 위해 이동중 의장파이프에 우측무릎이 부딪힌 사고임.

건조	와이어스풀(12.5KG) 등을 로프로 올리는 과정에서 몸이 앞으로 기울어져 앞에 있던 추락방지용 안전난간대에 좌측 가슴이 부딪힘.
선행의장	배관 서포트 용접작업을 위해 이동중 론지에 머리가 부딪힘
PE장	T-BAR를 넘어다니며 전압/전류 조정 작업을 하던 중 개구부 약 50cm 발이 빠지며 가슴부위에 충격을 받은 사고임.
Dock	용접피더기를 들고 이동중 부재에 부딪힘
블록건조	TIG 용접용 알곤호스 교체를 위해 이동중 머리가 부딪힘
공장내	HATCH 내부용접을 하기 위해 COVER의 핸들을 돌리는 순간 COVER가 스프링장력에 의해 갑자기 열리면서 머리부분에 맞음.

○ 물체에 맞음(9건)

공정·장소	재해발생 내용
도크탐재	휴대용연삭기 슛돌이 파손되어 인근 작업중이던 용접사 왼쪽 팔꿈치를 맞음.
의장	CO2 용접케이블에 우측 발목이 맞음
소조립	주관 전면용접과 관련한 컨베이어 고정치구에 맞음
대조립	T-BAR용접작업을 하려던 중 T-BAR가 넘어지면서 맞음
도크탐재	용접부위 확인중 잡고 있던 핸드레일이 빠지면서 맞음
도크탐재	취부작업 중 서포트가 떨어져 우측 발등에 맞음
도크탐재	용접작업에 사용한 지그가 낙하하여 좌측 손가락 맞음
모듈탐재	LIFE-BOAT DAVIT 용접 작업중 고박되지 않은 H/Rail이 넘어지면서 좌측무릎에 맞음
모듈탐재	용접와이어를 끼우다 떨어져 맞음

○ 근골격계(7건)

공정·장소	재해발생 내용
도크탐재	자동 용접기를 로프에 달아 올리던 순간 팔꿈치에 통증 발생
소조립	상부 용접 작업을 하던 중 어깨에 통증 발생함.
대조립	용접작업 중 방향을 돌리며 일어나자 우측 무릎에 통증이 발생
의장	용접와이어(12.5Kg)를 작업발판 상부에 올리는 과정에서 우측 어깨에 무리가 감
소조립	용접작업 중 일어나는 순간 좌측 무릎에 통증을 느낌.
모듈탐재	용접작업 후 홀을 이용하여 외부로 나오던 중 쇠파이프 잔재를 밟으면서 좌측 무릎에 무리가 감
소조립	용접와이어를 교체하기 위해 들어올리는중 허리에 통증을 느낌.

Ⅱ. 공정별 용접작업 종류 및 점검사항

1. 공정별 용접의 종류
2. 용접종류별 주요유해위험요인과 안전보건
대책
3. 용접기의 주요점검사항

1. 공정별 용접의 종류

용접방법	공정	비 고(점유율)
SAW용접 -자동용접 -갠트리 로봇 용접	조립	주로 주판용접 및 형강을 부착하 는 소·중조립 공정에 적용
CO2용접	조립·탑재	조립 및 탑재공정 등 선박건조공 정의 약 80%의 점유하고 있음
TIG용접	배관	대부분 배관용접에 적용
EGW용접	탑재	블록탑재와 같은 수직용접에 적용
적류아크용접	기타	

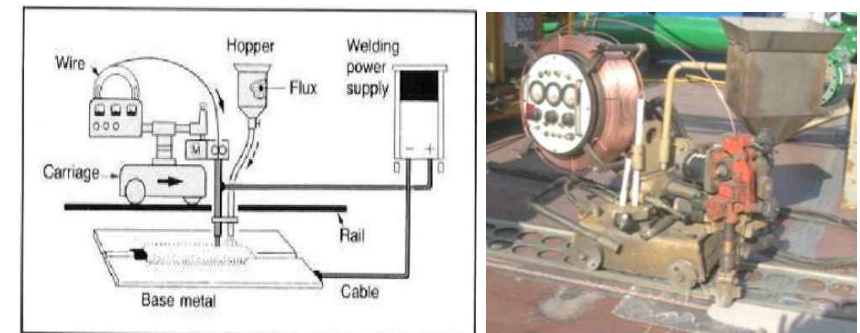
2. 용접종류별 주요 위험요인과 안전보건대책

1) 자동용접(Submerged Arc Welding)

가) 개요

연속으로 공급되는 소모성 용접전극 와이어와 모재사이에서 발생한 아크열에 의하여 용접이 이루어지고 용융금속은 플럭스 호퍼에서 용접부를 선행하여 공급되는 분말상태의 플럭스가 아크열에 의하여 녹거나 연소하여 대기로부터 보호된다.

용접선과 나란히 설치된 레일위를 와이어피드, 플럭스호퍼, 용접헤드를 장착한 주행대차가 이동을 하면서 자동으로 용접을 한다.



자동용접기의 구성 및 용접방법

나) 주요유해위험요인

○ 눈 및 얼굴 상해 위험

- 용접 시 발생하는 아크나 플러스를 쓸어 담을 때 이 물질이 튀어 눈에 들어갈 위험 슬러그에 의한 피부화상

○ 감전 위험

- 불완전한 접지, 손상된 전선, 습윤상태 등 작업조건에 따른 감전 위험

○ 화재위험

- 주변 가연성 및 인화성물질에 의한 화재위험

○ 넘어짐 위험

- 작업장 이동중 호스 및 의장품에 걸려 넘어짐 위험

○ 허리부상 위험

- 레일 및 장비 캐리지 이동시 무리한 동작에 의한 허리부상 위험

다) 안전보건대책

○ 보호구 착용

- 유해광선, 비산되는 물질로부터 눈이나 얼굴을 보호하기 위한 용접면 착용
- 용접용 가죽장갑, 긴소매의 옷, 다리보호대 등

○ 화재·폭발 방지

- 용접작업 시 주위의 가연물(기름, 나무조각, 도료, 걸레 등), 폭발성물질 등에 의해 화재, 폭발을 일으킬 우려가 있는 경우 사전에 격리 조치
- 격리조치가 어려운 경우에는 불받이포 등 불꽃비산방지 조치를 하고 용접작업장내 소화기 비치

○ 감전 방지

- 용접전원의 외함 및 모재와 전기적으로 접속된 치구 등에는 접지 실시
- 전선의 접속부는 확실히 체결하고 피복이 손상된 전선은 사용 금지

○ 호스걸이대 및 안정된 자세 유지

- 용접케이블 및 호스는 호스걸이대를 설치하여 공중화하고 의장품에 걸려 넘어질 위험이 없도록 정리정돈 실시
- 레일이동시 및 장비 캐리지 이동시 안정된 자세를 유지하고 장비를 사용하여 이동

2) 갠트리 로봇 용접

가) 개요

갠트리 로봇 용접은 인간의 관절 모양을 한 용접장치가 부착, 프로그램의 입력을 통한 로봇이 용접부위로 이동해 자동으로 고속용접을 하는 용접 로봇시스템이다. 소조립공정의 주판에 형강을 수직으로 세워 용접할 때 주로 사용된다. 갠트리 로봇 용접은 CO2 용접을 기본으로 하여 응용한 것이다.



갠트리 로봇 용접기 용접방법

나) 주요유해위험요인

○ 로봇의 암 등에 부딪힘

- 로봇 세팅 및 용접작업 시 동작하는 로봇의 암에 부딪힘

○ 화상 및 안구 손상

- 용접작업 중 발생하는 불티와 유해 광선에 의한 안구 손상

○ 감전 위험

- 불완전한 접지, 손상된 전선, 습윤상태 등 작업조건에 따른 감전 위험

○ 허리부상 위험

- 용접와이어 등 이동시 무리한 동작에 의한 허리부상 위험

다) 안전보건대책

○ 격리형 방호조치

- 로봇 용접 세팅 및 용접작업 시 근로자 출입금지 조치와 안내표지판 설치

○ 보호구 착용

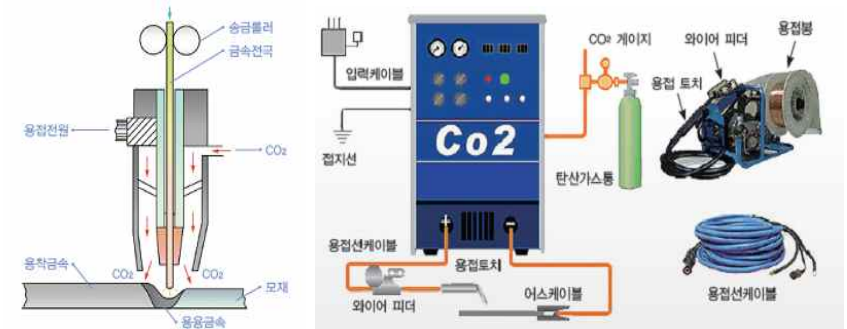
- 유해광선, 비산되는 물질로부터 눈이나 얼굴을 보호하기 위한 용접면 착용
- 용접용 가죽장갑, 긴소매의 옷, 다리보호대 등

○ 화재·폭발 방지

- 용접작업 시 주위의 가연물(기름, 나무조각, 도료, 걸레 등), 폭발성물질 등에 의해 화재, 폭발을 일으킬 우려가 있는 경우 사전에 격리 조치
- 격리조치가 어려운 경우에는 불받이포 등 불꽃비산방지 조치를 하고 용접작업장내 소화기 비치

○ 감전 방지

- 용접전원의 외함 및 모재와 전기적으로 접속된 치구 등에는 접지 실시
- 전선의 접속부는 확실히 체결하고 피복이 손상된 전선은 사용 금지



CO2용접기의 작동원리 및 구성

3) CO2 용접

가) 개요

CO2 용접(CO2 Gas Arc Welding)은 탄산가스를 이용한 용극식 방식으로 스푼(Spool, 실패)에 감겨진 용접와이어[솔리드(Solid 와이어) 또는 플러스 코어드(플러스 Cored 와이어)]가 공급 모터에 의해 용접 토치로 자동으로 공급되어 연속적으로 용접되는 용접법이다. 용접전원은 콘택트 팁에서 와이어로 통전되며 (-)측과 토치 내부로 통하는 와이어 (+)측 사이(모재와 와이어 사이)에서 아크를 발생시켜 모재와 와이어를 용융, 접합하는 기법이다. 이 때 용융금속이 대기중의 산소나 질소의 영향을 받지 않도록 보호가스로 탄산가스가 공급되어 보호되므로 CO2용접이라 한다.

조선소 전체 용접의 약 80% 점유하는 용접방법이다.

나) 주요유해위험요인

○ 밀폐공간작업 시 질식위험

- 환기가 불충분한 블록내부 등과 같은 밀폐공간에서 용접작업을 수행할 때 탄산가스 누설등에 의한 산소결핍에 의한 질식 위험

○ 화상 및 안구 손상

- 용접작업시 발생하는 용접 불꽃에 의한 화상 및 아크광에 의한 눈 상해 위험

○ 화재위험

- 용접작업시 고온의 스파터(Spatter) 등 불꽃이 비산되어 화재

○ 분진 건강장해 및 질식위험

- 용접흡과 용접시 발생하는 유독가스로 인한 건강장해나 유독가스로 인한 질식 위험

○ 감전위험

- 조작반, 전기제어반 등의 내부나 전기케이블의 접속부(단자대, 커넥터 등) 등의 절연파손에 의한 감전위험

다) 안전보건대책

○ 밀폐공간에서 질식위험 방지

- 밀폐공간 출입시에는 사전에 산소농도를 측정한 후 출입하고 작업중에는 지속적인 환기 실시 특히 CO2용접기의 용접불량을 줄이기 위하여 CO2 밸브를 BY-PASS 상태로 유지금지

※ 밀폐공간 보건작업 프로그램 준수

○ 눈을 보호하기 위한 보호구 착용

- 용접작업 중 발생하는 유해광선으로부터 눈을 보호하기 위하여 충분한 차광도를 가진 보호안경이나 보안면 착용

○ 화상 및 화재방지

- 고온의 스파터나 슬래그, 열이 가해진 모재 등에 접촉되지 않도록 주의
- 용접작업 중에 고온의 용접불꽃이 비산되어 인화성물질 등에 의한 화재 위험이 있는 장소에 방화포 등으로 차폐

○ 분진 건강장해 및 질식 방지

- 집진설비 설치 가동, 작업장소 환기, 방진마스크를 착용
- 단 모재에 도료, 그리스, 도금 등이 되어 있다고 판단시 질식방지를 위하여 방독마스크 착용

○ 감전위험 방지

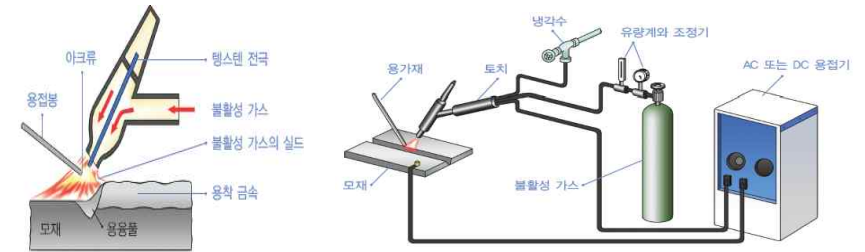
- 조작반, 전기제어반 등의 내부나 전기케이블의 접속부 등 절연처리등 감전방지 조치
- 용접전원의 외함 및 모재, 전기적으로 접속된 치구 등에는 접지 실시

4) TIG(Tungsten Inert Gas Welding) 용접

가) 개요

일반 산업현장에 널리 사용되고 있는 TIG용접기는 텅스텐 불활성 아크용접기라고 하며, 텅스텐전극과 모재간의 아크열을 이용하여 용접봉을 녹여 용접하는 방법으로 용접부 주위에 헬륨이나 아르곤가스 등의 불활성 가스를 공급하여 산화를 방지하는 용접기이며 주로 비철금속의 용접에 사용된다.

일반적으로 주의할 점으로는 용접시 발생하는 아크의 강도가 일반용접기 보다 훨씬 강하여 눈뿐만 아니라 노출된 모든 부분이 화상을 입을 수 있다. 그러므로 아르곤용접 시에는 불꽃에 노출되는 모든 신체 부분을 가려줘야 한다. 또한 전기 장치 외에 아르곤 가스통이 별도로 필요하다.



TIG용접기의 작동원리 및 구성

나) 주요유해위험요인

○ 밀폐공간작업 시 질식위험

- 밀폐공간에서 용접작업을 수행할 때 아르곤가스 누설 등으로 산소결핍에 의한 질식 위험

● 아르곤가스(불활성가스)의 특징 ●

아르곤가스의 분자량은 39.95로 공기의 분자량 28.8보다 무거우며, 비중은 공기를 1로 볼 때 1.35정도이다. 따라서 아르곤 가스는 누출 시 바닥에 잔류하는 특성이 있다.

○ 화상 및 안구 손상

- 용접작업시 발생하는 용접 불꽃과 토치가 모재표면에서 미끄러져 고온의 전극봉에 화상위험과 분사압력이 높을 시 고온인 모재에 반사된 아르곤가스에 의한 화상위험

○ 화재위험

- 용접작업시 고온의 스파터(Spatter) 등 불꽃이 인화성물질에 비산되어 화재 위험

○ 감전위험

- 용접기 내부의 누전이나 전기케이블의 접속부(단자대, 커넥터등) 등의 절연파손에 의한 감전위험

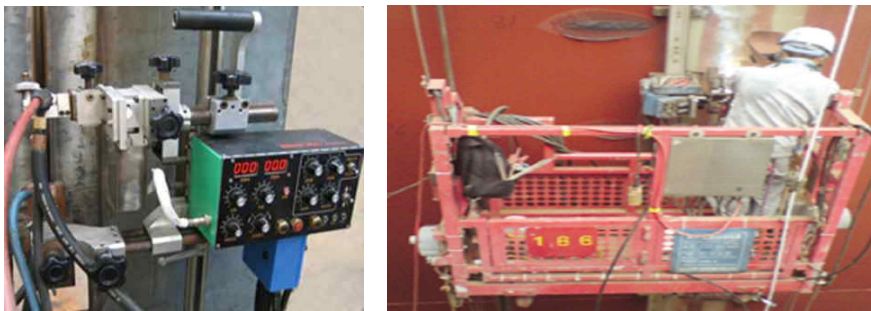
다) 안전보건대책

- 밀폐공간에서 질식위험 방지
 - 밀폐공간 출입시에는 사전에 산소농도를 측정한 후 출입하고 작업중에는 지속적인 환기 실시
 - ※ 밀폐공간 보건작업 프로그램 준수
- 각종 보호구 착용
 - 용접면, 방진마스크, 가죽장갑, 목 보호용 스카프 등 안전보호구 착용
- 화상 및 화재방지
 - 고온의 스패터나 슬래그, 열이 가해진 모재 등에 접촉되지 않도록 주의
 - 용접작업 중에 고온의 용접불꽃이 비산되어 인화성물질 등에 의한 화재 위험이 있는 장소에 방화포 등으로 차폐
- 감전위험 방지
 - 조작반, 전기제어반 등의 내부나 전기케이블의 접속부 등 절연처리등 감전방지 조치
 - 용접전원의 외함 및 모재, 전기적으로 접속된 치구 등에는 접지 실시

5) EGW(Electro Gas Welding) 용접

가) 개요

타입공정의 수직자세의 맞대기 이음부를 GMAW의 특수한 형태로 용접하는 방법이다. 이 용접방법은 보호가스를 CO₂로 사용하고 모재 뒷면에는 이면재를 부착하고 용접케리지가 레일을 따라 이동하면서 용접하는 방법이다. 특징으로는 후판용접에 대단히 경제적이며 용접시간을 단축시킨다.



용접기의 작동원리 및 구성

나) 주요유해위험요인

- 추락 및 낙하위험
 - 곤돌라를 이용하여 레일등 장비설치 및 용접작업시 곤돌라 낙하에 의한 작업자 추락위험
 - 고소작업에 따른 작업부재 및 작업공구 낙하위험
- 화상 및 안구 손상
 - 용접작업시 발생하는 용접 불꽃에 의한 화상위험
- 화재위험
 - 용접작업시 고온의 스패터(Spatter) 등 불꽃이 인화성물질에 비산되어 화재 위험
- 감전위험
 - 용접기 내부의 누전이나 전기케이블의 접속부(단자대, 커넥터등) 등의 절연파손에 의한 감전위험

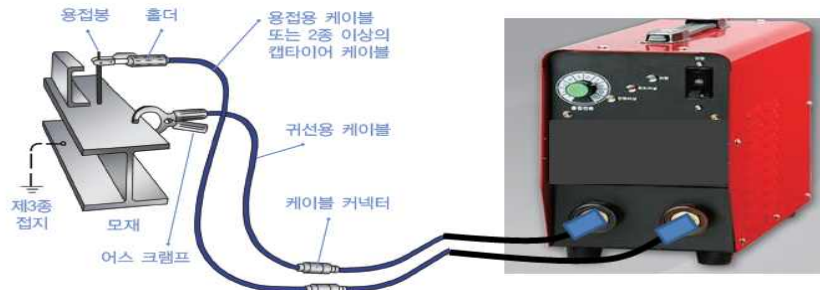
다) 안전보건대책

- 추락 및 낙하위험 방지
 - 작업시작 전 곤돌라 동작상태 및 방호장치 작동상태 확인 작업대 안전대 착용 및 안전대를 걸고 작업
 - 곤돌라 상부로 탑승시 탑승대 설치
- 각종 보호구 착용
 - 용접면, 방진마스크, 가죽장갑, 목 보호용 스카프 등 안전보호구 착용
- 화상 및 화재방지
 - 고온의 스패터나 슬래그, 열이 가해진 모재 등에 접촉되지 않도록 주의
 - 용접작업 중에 고온의 용접불꽃이 비산되어 인화성물질 등에 의한 화재 위험이 있는 장소에 방화포 등으로 차폐
- 감전위험 방지
 - 조작반, 전기제어반 등의 내부나 전기케이블의 접속부 등 절연처리등 감전방지 조치
 - 용접전원의 외함 및 모재, 전기적으로 접속된 치구 등에는 접지 실시

6) 직류아크용접(DC Arc Welding)

가) 개요

직류아크용기는 용접전류를 직류를 사용하며 용접봉과 모재와의 사이에 아크를 발생시켜 모재의 일부를 녹임과 동시에 용접봉을 녹여 모재를 용접하는 장치이다. 직류아크용접기는 교류아크용접기에 비하여 아크전류가 안정하기 때문에 박판인 스테인레스강, 비철금속 등의 용접에 적합하다.



직류아크용접기의 작동원리 및 구성

나) 주요유해위험요인

- 화상 및 안구 손상
 - 용접작업시 발생하는 용접 불꽃에 의한 화상위험
- 화재·폭발위험
 - 용접작업시 고온의 스파터(Spatter) 등 불꽃이 누설된 가연성가스 및 인화성물질에 비산되어 화재·폭발 위험
- 밀폐된 블록 내부 질식위험
 - 밀폐된 블록내부와 같이 통풍이 불충분한 장소에서 산소결핍으로 질식재해 위험
- 감전위험
 - 용접기 내부의 누전이나 전기케이블의 접속부(단자대, 커넥터등) 등의 절연파손에 의한 감전위험

다) 안전보건대책

- 추락 및 낙하위험 방지
 - 작업시작 전 곤돌라 동작상태 및 방호장치 작동상태 확인
 - 곤돌라 탑승시 작업자 안전대 착용
- 각종 보호구 착용
 - 용접면, 방진마스크, 가죽장갑, 목 보호용 스카프 등 안전보호구 착용
- 환기장치 설치
 - 밀폐된 블록내부와 같이 통풍이 불충분한 장소에는 충분한 환기장치 설치
- 감전위험 방지
 - 조작반, 전기제어반 등의 내부나 전기케이블의 접속부 등 절연처리등 감전방지 조치
 - 용접전원의 외함 및 모재, 전기적으로 접속된 치구 등에는 접지 실시

3. 용접기 주요 점검사항

1) 용접기의 주요점검Point



번호	점검항목 및 내용
①	전류/전압계의 정상 작동상태 확인
②	용접기 전원스위치 동작상태 확인
③	CO2용접기 가스 누설상태 확인
④	출력단자부 덮개가 닫혀있는지 연부 확인
⑤	케이블 마모, 손상 등 충전부 노출여부 확인
⑥	상부덮개의 고정상태 및 내부 먼지가 쌓여있는지 여부 확인
⑦	전원케이블의 피복 및 접속상태 확인
⑧	스위치 충전부 덮개 설치상태 및 손상여부 확인
⑨	스위치의 동작상태 확인
⑩	와이어 피더의 접속부 열화상태 확인 및 전극부 단락여부 확인
⑪	출력단자의 열화 및 풀림상태 확인
⑫	토치 스위치의 동작 및 케이블의 소손상태, 가스 누설여부 확인
⑬	표준 클램프의 사용 및 열화상태 확인
⑭	용접기 - 1차선 - 와이어 피더 - 싱글 케이블의 일련번호 표시 상태
⑮	분기 1회 용접기 내부 분진제거 실시 여부 확인

2) 접지선의 점검Point

- 접지선 굵기

$$\text{-MAIN CABLE} \left\{ \frac{(22,16)\text{SQ} \times 3\text{C}}{\text{MAIN}} + \frac{8\text{SQ} \times 1\text{C} \text{ <GREEN+YELLOW>}}{\text{접지선}} \right\} 4\text{C}$$

- 전원접지와 용접기 외함접지는 분리하여 설치



- 접지클램프 : 황동



3) 용접기 사용시 안전수칙

- 전원케이블의 피복이 손상된 경우 누전에 의한 감전 및 화재위험이 있음
- 용접기 출력단자부는 충전부 노출에 의한 감전위험이 있으므로 덮개를 내려서 사용
- 용접기 케이스 외함은 접지 실시
- 용접작업자는 적절한 보호구 착용
 - 방진마스크, 보안면, 용접용 장갑, 귀마개, 귀마개, 용접작업복 등
- 통로 및 작업장소의 조도확보 및 통로확보
- 환기 및 배기장치의 설치 운영
- 케이블 취급시 및 장시간 용접작업시 근골격계 질환예방 대책 수립
- 도장등 인화성물질 취급작업과 동시작업금지 조치
- 전기의 안전한 사용을 위한 기본수칙 준수
 - 사전 이상유무 확인후 전원투입
 - 전기고장 발견시 즉시 전기담당자에게 보고
 - 물기가 있는 장갑등으로 전기설비 취급금지
- 분전반 및 케이블의 관리
 - 배선, 바닥에 케이블 방치하지 않도록 조치
 - 용접케이블은 적합한 규격, 적정용량 사용
 - 작업시작 전후 전선의 피복상태 확인
 - 문어발식 전선 연결 사용금지 및 전선연결은 분전반 하부를 이용하여 결속
- 출력단자에 케이블대신 철사 또는 철판으로 직접 접지함으로서 가열에 의한 화재위험이 있음.

4. 점검표

용접기 일일 점검표

반명 : 201 년 주 □ 범례 : 양호 ○, 불량 ×

구분	점검항목	점검자	월	화	수	목	금	토	조치사항
용접기	1. 조임부의 볼트 고정 상태는?								
	2. 440V 전원연결 및 플러그 상태는?								
	3. 외함 접지 및 출력상태는?								
	4. 스위치, 계기류의 작동상태는?								
	5. 진동 및 소음상태는?								
와이어 피더	1. 전압 및 전류 볼륨 작동상태는?								
	2. 인칭 스위치 작동상태는?								
	3. 커넥트의 파손 및 접촉상태는?								
	4. 송급 롤러의 마모 및 가압장치 작동상태는?								
	5. CO2 가스의 누설 여부는?								
용접 케이블	1. 커넥트의 파손 및 작동상태는?								
	2. 전극부의 피복 손상상태는?								
	3. 커넥터 핀에 수분 침투여부는?								
용접 토치	1. 스위치 작동 및 그림의 파손상태는?								
	2. 스프링 라이너의 작동상태는?								
	3. 커넥터 파손 및 가스의 누설여부는?								

※ 관리감독자는 용접기 점검표를 참고하여 작업시작전 점검 실시

용접기 월간 점검표

반명 : 201 년 월 일 □ 범례 : 양호 ○, 불량 ×

구분	점검항목	정상/유무	조치사항
용접기	1. 외함접지 설치상태는?		
	2. 출력단자 및 케이블의 열화 소손상태는?		
	3. 용접기 내부의 소음상태는?		
	4. 출력부 커넥터에 이물질, 파손상태는?		
	5. 각종 부품의 열화나 고장여부는?		
	6. 전압계/전류계의 작동 및 식별상태는?		
	7. 퓨즈상태와 용량이 적절한가?		
	8. 고정볼트류의 조임상태는?		
	9. 1차 전원케이블의 피복 및 결선상태는?		
	10. 용접기 외함의 상태는?		
와이어 피드	1. 전압 및 전류 볼륨작동 상태 및 접속부 부식상태는?		
	2. 브레이크 허브의 작동상태 및 마모상태는?		
	3. 송급롤러 마모 및 가압장치의 작동상태는?		
	4. CO2 가스 니플 및 연결부 누설상태는?		
	5. 외함의 파손 및 도장상태는?		
	6. 송급 모터의 파손 및 소음, 작동상태는?		
용접 케이블	1. 커넥터의 파손 및 아답터의 열화 및 소손상태는?		
	2. 케이블의 외형 소손 및 충전부 노출여부는?		
	3. 커넥터 핀에 수분 침투여부는?		
용접토치	1. 스위치 작동 및 그림의 파손, 케이블의 열화상태는?		
	2. 스프링라이너의 안내가이드 상태는?		
	3. 커넥터 파손 및 가스의 누설여부는?		
적치대	1. 전원스위치의 노출 및 파손 상태는?		
	2. 스위치 박스내 접지케이블의 고정상태는?		
	3. 적치대 내부 인화성물질등의 보유여부는?		
	4. 적치대 상부 리프팅러그의 설치상태는?		

III. 용접 작업안전표준

1. 자동용접_주판용접
2. 갠트리 로봇용접_주판-론지 용접
3. CO2용접_블록탑재
4. EGV용접_블록탑재 수직 용접
5. TIG 용접_배관용접

※ 용접 작업안전표준은 용접종류별 대표공정만을 선정하여 작성함.

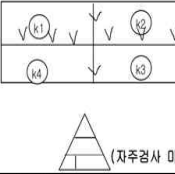
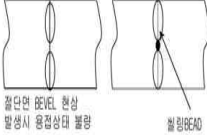
1. 자동용접(Submerged Arc Welding)_주판용접 가. 작업안전표준

표준번호	Rev.	조직명	W/S
선종	구획	제정일자	
표준명	주판 용접 작업 (라인)	표준명 개요	주판 자동용접의 작업순서 방법을 알기쉽게 기술함으로써 안전사고 예방 및 오작 예방, 품질향상을 위하여 작업안전표준을 작성함
작업순서	세 부 작 업 내 용	배 원	주 요 확 인 사 항
NO		명 분	(안전/환경/보건) (◇품질○작업성)
1	부재확인	1. 부재의 재질 및 작업호선 등 재료의 정보 확인 2. wps 숙지 3. 주판에 개구부 등 안전상태 확인	+ 작업시작전 전 점검 실시 + 안전보호구 -방진마스크, 보호안경, 귀마개 + 주판 개구부 덮개 안전설치 확인
2	용접재료 준비/선택	1. WPS에 준해 재질에 맞는 용접재료(플러스, 와이어)를 준비 2. 플러스 건조로 건조 준비 3. 용접기 및 플러스흡입기 이상 유무 확인	+ 용접재료 이동 시 요통위험 + 과열된 건조로 화상방지를 위해 장갑착용 등 주의
3	전면용접	1. 용접 Seam 확인 후 갭 1mm 이상일 경우 CO2 수동 실링 용접시공 후 정상적으로 자동용접 준비 실시 ⇒ 용접부 슬래그 제거 2. 레일은 용접Seam에서 150mm 지점 설치 한다(레일 거리조정 맞춤 치공구 사용) 3. 자동용접 케리지를 설치하여 와이어를 내리고 용접 Seam 센터 정확히 맞춤 4. 용접시작점 결함발생을 예방하기 위해서 탭피스 1/2이상 지점에 케리지를 와이어를 내린 다음 아크를 발생하여 동작 플러스는 와이어를 내린 다음 즉시 공급시킨다 5. 용접이 진행되면 W.P.S의 적정조건에 일치토록 조정(전류, 전압, 속도) 6. 레일 위치가 틀어질 수 있으므로 자를 이용하여 수시 확인	+ 용접작업시 수시 스트레칭 실시 + 케리지 및 자동 케이블, 레일 이동 시 전도 및 요통재해 + 케리지 이동 시(상하) 호이스 트 이용 + 케이블의 피복상태 확인 + 그라인더 사용 후 반드시 니플 분리 조치 + 개구부 추락방지를 위해 덮개 설치 + 용접 작업시 발생된 재료 분리수거 + 케리지 무리하게 이동시 요통재해 위험
이상(불량) 시 조치	용접 시 이상 발생 시 담당 반장에게 즉시 보고 후 원인 분석 후 대책을 강구한다	완료 후 조치	후공정에 문제가 발생되지 않게 자주검사를 철저히 실시한다



재질 (GRADE)	SAW 용접봉
A, B, D, AH, OH	ST07 x LB
E, EH	ST070LT x H14



작업순서		세 부 작 업 내 용	배 원		주 요 확 인 사 항		작 업 준 비 (장비, 자재, 치공구)
NO			명	분	(안전/환경/보건)	(◇품질○작업성)	
		7. 캐리지가 레일에 탈선 방지를 위해 미니 마그네트 부착 8. 용접 마무리 지점에서는 레일을 지탱해주는 받침 JIG를 설치 9. 용접이 끝난 후 슬래그는 수거하여 불연성 통에 버린다 10. 용접부는 자주검사 및 실명제를 반드시 실시 11. INSERT가 발생되는 판접 JOINT 용접 시 1차 CO2 수동으로 R부 용접 후 직선부는 자동용접으로 마무리 연결용접을 한다			+ 받침 JIG 설치 시 레일이 움직이지 않도록 견고히 고정 + 가우징 작업 시 인화물질 제거 및 비산 차단막 설치 후 작업 + 그라인더 작업 시 방호덮개는 반드시 부착하여 사용	◇ INSERT 부재 용접 시 비파괴시험 실시 ◇과대 전류 사용으로 용락 현상이 발생되지 않도록 한다	
4	자주검사 및 실명 표기	 (자주검사 마크)	1. 마크는 "V"로 표기하고 식별이 가능하도록 표시하고 연속작업은 1~2m 간격점점 표기 2. 수정을 요하는 부위에는 화살표를 표기하고 조치내용을 기록한다 3. 결함 수정 후 조치 내용 위에 "/"겹쳐서 표기한다		+ 맨홀에 실족되지 않도록 주의확인 철저	◇자주검사 철저히 수정 누락이 발생되지 않도록 함	
5	TURN-OVER	 JOINT CENTER 불규칙상대 용접불량 JOINT부 CENTER 정확현상대 용접양호	1. 부재 길이에 적합한 크램프 수량을 맞춘다 2. TURN-OVER 시 탭피스가 부러지지 않게 하고 롤러에 판이 걸리지 않도록 10cm이상 띄워 놓고 뒤집는다. 3. 트롤리 양후크의 속도는 상호 맞추고 가급적 천천히 조정하며 작업자 출입금지 조치		+ 클램프 물림상태 확인 + 용량에 맞는 클램프 사용 + 클램프 설치시 보조와이어 로프 동일한 긴장상태 유지 + 판을 들고 이동할 때 가급적 천천히 트롤리 움직이고 출입금지 조치	◇클램프 자국이 심하게 발생한 부분은 수정조치	
6	후면용접	 절단면 BEVEL 현상 발생시 용접상대 불량 BEVEL BEAD	1. 전면 용접과 동일하게 실시하되 전류, 전압, 속도는 W.P.S에 준해 조정 2. 용접 후 자주검사와 사상작업 실시		+ 실족 예방을 위해 개구부 덮개 설치	◇용접불량 예방을 위해 적정 전류 사용 및 용접 seam 캐리지의 센터 조정	
이상(불량) 시 조치			완료 후 조치				

나. 주요유해위험요인

1. 개구부 덮개 미설치로 넘어짐		2. 용접재료 이동 및 클램프 체결 시 요통재해		3. SAW 캐리지 이동 시 전도 및 요통사고 주의	
					
불안전 요소	+ 주판 개구부 Hole 방치로 넘어짐 + 주판 개구부에 규격이 맞지 않는 덮개 사용	불안전 요소	+ 용접재료 및 클램프 등 중량물 취급시 작업 자세 불량으로 인한 요통재해 위험 + 용접재료 이동중 손가락 끼임사고	불안전 요소	+ SAW 캐리지를 무리하게 이동하여 요통 우려 + 캐리지 이동 시 케이블이 바닥에 꼬이거나 걸려 전도 위험
안전 대체방안	+개구부의 크기에 적합한 덮개나 울 설치	안전 대체방안	+ 중량물을 인력으로 핸들링 시 안전기준 준수(허리 일직선) + 용접재료 이동 및 장착 시 손가락 협착 주의	안전 대체방안	+ SAW 캐리지 이동 시 무게중심 고려 주의 이동 + 캐리지 이동 전 바닥 케이블 위치 안전하게 게 조치

다. 재해사례(예시)

주요사고사례1			
일시		사고장소	LINE 주판 SAW 용접작업
소속		상해정도	요추 디스크
사 고 당 시 상 황 도		사 고 내 용	
		▶ 주판의 반복적인 SAW캐리지와 RAIL을 조작하는 과정에서 허리에 무리가 감	
		예 방 대 책 ▶ 원인 및 문제점 + 반복적인 동작으로 피로누적 및 부적절한 작업자세 ▶ 대 책 + 작업 전 체조 및 작업 중 수시로 스트레칭 실시 + 중량물 이동하고 내릴 때 올바른 자세 유지	

2. 갠트리 로봇용접_주판-론지용접 작업

가. 작업안전표준

표준번호	Rev.		조직명		W/S				
선종			구획		제정일자				
표준명	주판론지 캐리지 용접작업(라인)			표준명 개요	론지-캐리지 용접과 수정 용접 시 작업 순서와 방법을 쉽게 이해하고 습득하여 안전사고 예방 및 오작 예방, 품질 향상을 도모코자 함				
작업순서		세 부 작 업 내 용			주 요 확 인 사 항		작 업 준 비 (장비, 자재, 치공구)		
NO					명	분			
1	용접준비		1. W.P.S에 준한 용접봉 선택 2. 각장/각목 확인 3. 부재의 재질 및 상태 확인 4. 주판 개구부등 안전상태 확인 5. Carriage, Gentry 이상 유무 확인			+ 작업시작전 전 점검 실시 + 갠트리 레일 주변 안전거리 확보 + 캐리지 들고 내릴 때 요동 주의 + 용접보안면 착용상태 확인 + 주판의 개구부 등 넘어짐 위험 장소 확인		◇ 16=POLE⇒80T-K2 1.4Φ ◇ 용접 중 수시로 각목 체크/ 보류 구간 용접금지	- 용접 보호면 - 니퍼 - 각목 게이지 - 안티 스퍼터 스프레이 - 어스 클램프
2	캐리지용접		1. 캐리지 배열 및 세팅 2. 론지 직각도 확인 후 북→남으로 용접 3. 용접 중 캐리지 추적 및 용접상태 점검 4. 적정 전류, 전압, 속도 유지 실시 5. 용접 풀 흡입 상태 확인 및 청소 실시 ⇒ 주 1회			+ 장비 가동 전 이상 유무를 확인 (작업 전 시운전 실시 원칙) + 용접보안면 착용상태 확인 + 용접작업중 근로자 출입금지 조치		○ 캐리지는 최소 40cm 이상간격을 유지하되 가점없는 위치 선행용접 ○ 주판 홀에는 사전 보호커버 설치 ◇ 수정용접은 본 용접과 동일한 조건으로 시공 ◇ 수정용접장 최소 50mm 이상 준수	- Carriage - 흰색 페인트 메카 - CO2 피더 - G/R - 삼바리 - 수용성 프라이머
3	수정용접		1. 캐리지 용접 완료 후 즉시 수정 정반으로 이동시켜 AIR TOOL를 사용, 슬래그 제거 및 청소 실시 2. 용접 상태 자주 검사 실시(2M 간격으로) 3. 수정 방법을 PAINT MARKER로 표기 4. 수정용접 및 마무리 용접 실시 5. 사상 작업 실시(스퍼터 및 비드처짐 제거)			+ 수정용접시 론지를 넘어다닐 때 걸려넘어짐 주의 + 보안경, 마스크, 장갑 착용 + 사상작업 시 보안면, 보호구 착용		◇ OVER G/R 금지 ◇ 터치업 페인트는 수용성을 사용하고 얇게 도포 ◇ 도장 보류구간 터치업 금지	- 터치업 붓 - 햄펠 터치업용 스프레이 캔
4	자주검사 및 터치업, 주판반측		1. 수정 방법 표기 위에 겹쳐 "I" 표기 2. 2M 간격으로 검사후 "V" 표기 실시 3. 주판의 용접부 터치업 페인팅 실시(수용성) 4. 페인팅 실시 완료 후 크레인으로 트레슬에 상차			+ 터치업 시 보안경, 마스크, 장갑 착용 + 스프레이 캔은 반드시 실명 사용 + 터치업 시 전진하며 작업 + 사용한 빈 캔은 구멍 뚫어 폐기		◎ 자주검사표기  - 각장: 7.5mm - 사상: 2C	
이상(불량) 시 조치					완료 후 조치				

나. 주요유해위험요인

1.	CO2 CARRIAGE 들고 내릴 때 요통 및 아크에 의한 화상등 위험	2.	수정용접부 사상작업 시 보호구 착용	3.	용접 BEAD 터치업 시 보호구 착용
					
불안전 요소	+ CO2 캐리지를 올리고 내릴 때 요통 위험 + ARC 불빛이 여러 개 동시에 비춰 눈병 및 화상 위험	불안전 요소	+ 허리를 숙이고 사상작업 시 요통 우려 + 사상작업 시 연삭돌 깨지거나 풀림 시 위험 + 보호면 미착용 시 눈에 잡티 침투	불안전 요소	+ 터치업 작업 시 근접하여 페인팅 시 중독 위험 + PRIMER가 피부에 접촉 시 피부염 우려 + 터치업 시 후진하며 작업하면 위험
안전 대체방안	+ CO2 캐리지 올리고 내릴 때 안전기준 준수 + 작업 중 수시로 스트레칭 실시 + 보안경과 피부 보호두건 착용	안전 대체방안	+ 작업 중 수시로 스트레칭 실시 + 연삭돌 교체 시 볼트로 조이고 시운전 확인 + 사상작업 시 보호면과 보안경 착용	안전 대체방안	+ 터치업 시 반드시 규정 보호구 착용하고 일정거리 유지 - 보안경, 마스크, 장갑 + PRIMER 피부에 접촉 시 바로 물로 세척 + 터치업 시 전진작업하며 스프레이 캔은 구멍을 뚫어 폐기

다. 재해사례(예시)

주요사고사례1			
일 시	2012.00.00	사고장소	00제작0공장
소 속		상해정도	요 추 탈 출 증
사 고 당 시 상 황 도		사 고 내 용	
		▶ 주판 LINE 용접장에서 16POLE 용접 갠트리를 조작하며 CO2캐리지를 들어올려 설치하는 과정에 오랜 기간 핸들링으로 요추 통증을 호소하여 물리치료를 실시함	
		예 방 대 책	
		▶ 원인 및 문제점 + 사 람: 평상 시 스트레칭 실시 및 건강관리 운동 미흡 + 작 업: 반복적인 동작으로 피로누적 ▶ 대 책 + 작업 전 체조 및 작업 중 스트레칭 실시 + 중량을 올리고 내릴 때 올바른 자세 유지	

3. CO2 용접작업_블록탐재
가. 작업안전표준

표준번호	Rev.		부서명	W/S																																					
선종	구획		제정일자																																						
표준명	RIG COLUMN PE BLK 탐재 취부용접 작업		표준명 개요	본 작업은 탐재작업 시 Rig Column PE BLK 탐재 취부/용접 작업표준으로 취부, 용접, 검사 순으로 취부/탐재 공정에 대하여 작성되었다. 특히 PE BLK 탐재 Progress 및 작업방법에 대해 안전한 작업을 위함이다.																																					
작업순서			배원	주요 확인 사항																																					
NO	세 부 작업 내용		명 분	(+안전/환경/근골격 유해요인)	(○품질○작업성)																																				
1	작업준비	  1) 작업 전날 작업승인서 신청 2) 작업 시작전 개인별 작업 위치 확인 3) TBM 실시 4) 상부 BLK 탐재 전 2G전체(4방향) 발판 선행설치요청 5) 2G전체(OUT SIDE)불받이 설치(낙하방지) 6) OUT SIDE 발판위 각종 피스 보관용 개인 비치		+ 작업 시작전 점검 실시 + 안전통로 확보 + 조명, 환기 설치 확인	○ ○ BLK정보는 DEP를 통해 학습함 ○ 배치 장소 협의																																				
2	공구준비 및 작업장 안전조치	 <table><tr><th>부품명</th><th>예열 온도</th><th>용접 온도</th></tr><tr><td>Casting</td><td>110℃</td><td>200℃</td></tr><tr><td>1-3mm 부재</td><td>금속 상태</td><td>200℃</td></tr><tr><td>17-3mm 부재</td><td>65℃</td><td>200℃</td></tr><tr><td>수용 용접부</td><td>WPS에 명시된 온도 + 50℃</td><td>200℃</td></tr></table> ▶ 기밀 부위는 WPS에 명시된 온도, 110℃ 이상으로 예열된 후 10초 이상 예열 시공 완료 용접봉 개용 후 사용 가능 기간 (소용접 개용 금지/시행 가능) <table><tr><th>AWP 코드</th><th>사용 일자</th><th>용접 개용 일자</th></tr><tr><td>Full Peak</td><td>3월 15일</td><td>3월 15일</td></tr><tr><td>E717-1C</td><td>7월 15일</td><td>7월 15일</td></tr><tr><td>E717-1C2</td><td>7월 15일</td><td>7월 15일</td></tr><tr><td>E717-1C3</td><td>7월 15일</td><td>7월 15일</td></tr><tr><td>E717-1C4</td><td>7월 15일</td><td>7월 15일</td></tr><tr><td>E717-1C5</td><td>7월 15일</td><td>7월 15일</td></tr></table> 1) 작업 착수 전 작업 통로 확보 2) 블록내부 조명, 환기팬, 발판 설치 상태 확인 3) 취부 무피스 지그 사용 유무 결정 4) 양중 공구 월별 스티커 부착 확인 5) 개인 공구 점검 * 용접봉 사용 기준 1) 예열 온도 기준 확인 2) 구역별 사용가능한 CO2와이어 확인	부품명	예열 온도	용접 온도	Casting	110℃	200℃	1-3mm 부재	금속 상태	200℃	17-3mm 부재	65℃	200℃	수용 용접부	WPS에 명시된 온도 + 50℃	200℃	AWP 코드	사용 일자	용접 개용 일자	Full Peak	3월 15일	3월 15일	E717-1C	7월 15일	7월 15일	E717-1C2	7월 15일	7월 15일	E717-1C3	7월 15일	7월 15일	E717-1C4	7월 15일	7월 15일	E717-1C5	7월 15일	7월 15일		+ 유압공기구류 누설시험 + 양중공기구류 사전 점검 실시 + HOSE류 (CO2, 에틸렌/AIR/ 산소) 누설점검 + 전동 pump 및 개인용 작업 등 전선 피복손상 여부확인 + 망치의 손잡이가 헐거워진지 점검 + 절단기/히팅토치 GAS 누설 유무 점검 + 작업장 환기/조명 등 시설 점검 + 자재운반 시 총량 15Kg이상 장비 사용	◇ 용접기 정상 가동 확인 ◇ CO2 Cable 소손 시 교체
부품명	예열 온도	용접 온도																																							
Casting	110℃	200℃																																							
1-3mm 부재	금속 상태	200℃																																							
17-3mm 부재	65℃	200℃																																							
수용 용접부	WPS에 명시된 온도 + 50℃	200℃																																							
AWP 코드	사용 일자	용접 개용 일자																																							
Full Peak	3월 15일	3월 15일																																							
E717-1C	7월 15일	7월 15일																																							
E717-1C2	7월 15일	7월 15일																																							
E717-1C3	7월 15일	7월 15일																																							
E717-1C4	7월 15일	7월 15일																																							
E717-1C5	7월 15일	7월 15일																																							
이상(불량) 시 조치	▷ 치공구/장비 사전 점검 활동하여 이상 유무를 확인하고 이상 있을 시 관계 팀에 연락 및 수리 조치한다		완료 후 조치	▷ 이상 여부 조치완료 후 작업 실시																																					

작업순서		세 부 작 업 내 용	배 원		주요 확 인 사 항		작 업 준 비
NO			명	분	(안전/환경/보건)	(◇품질○작업성)	(장비, 자재, 치공구)
3	취부/용접 작업	  1) BASE 블록 SETTING후 기술 300H-BEAM 2 곳 이상 구축 2) BASE BLK PE 후 심출작업(계측작업/SETTING) 3) WPS 품질관리점 부착 4) 취부작업 순서를 정해 준 곳부터 가용접작 업을 진행(용접적정 GAP 4~6mm 취부) 5) 취부 작업에 따라 용접을 수행 6) 취부/용접 부위 자주검사 실시, 사상작업으 로 마무리 ※ PLATE & BHD 등 단차 조정 작업은 상위와 동일하게 실시			+ 사상 작업 시 안전장구(방진 마 스크, 보안경, 귀마개, 장갑 등) 착용 + 공기구 사용 시 안전수칙 준수 (양중공구 월 점검스티커 부착) + 피스 사용 시 무게에 의해 손목 주의 +유압JACK 사용시 지그는 적 정 용접 실시 +수직 및 위보기 상태 작업 시 RAM 및 RAM 보조 치구 낙 하방지 조치 + RAM 및 LEVER 블록 사용 시 비례 주의(안전거리 확보)	○ 사주사상 DATA 관리 철저 ○ 가접부 SLAG/이물질 등 사전에 제거 ◇ 적정 GAP 조정 작업 ○ 발판상부 낙하물 방지조치 피스사용 자재 ○ 피스용접 2 PASS 이상 (구간 LONGI J/T 포함) ◇ 유자격 용접사 배원관리	3. 치공구 -유압장비, 양중공구, 해머 - CO2 와이어, FEEDER, 용 접 - CABLE, AIR HOSE, GAS HOSE - 공통피스, 세라믹 백킹제 - 안전보호구, 절약품 - 무피스 치구, 절단기 - FAN
4	자주검사	 1) PE JOINT 작업 중, 후 개인별로 자주검사를 실시하고 품질관리 2) 자주검사 표기란에 실행재를 반드시 기입 3) 작업 전/후 주변 5S정 활동 실시 4) 작업 완료 후 청소 인수인계(상선=탐재, 해 양=도장)			+ 작업 후 용접기 전원은 반드시 차단 후 모든 HOSE의 NIPPLE은 분리(AIR NIPPLE 분 리 시 튕김에 주의) + 청소 작업시 방진마스크 착용 (AIR 사용 청소 금지)	◇ 자주검사 실시 ○ 작업장 청소 실시	4. 작업장 청소도구함 비치
5	마무리작업	  1) 작업 완료 후 NDE신청 및 검사 실시 2) TANK TEST 유무 확인 3) 개인 공구 정리정돈 청소 실시			+ 안전장구 준비 + 유압공기구류 LEAK TEST	◇ 공기구 분실 주의	5. 이동용 대차 5-1) 대차&지게차 5-2) 안전장구 준비 5-3) 절약품, 조명등 준비

나. 주요유해위험요인

1.	취부 지그 피스 부착
	
불안전 요소	+ 중량물(취부지그)을 인력으로 운반 + 피스 낙하
안전 대체방안	+ 중량물(취부지그)에 대한 치공구를 이용하여 취급 + 낙하를 위험반경 내 인원통제

2.	밀폐구역 작업 질식위험
 	
불안전 요소	+ 밀폐구역 작업에 따른 질식사고 노출
안전 대체방안	+ 작업 착수 전 TBM 작업시작전 점검 철저 + 환배기 설치 및 밀폐구역 작업안내판 부착

3.	협소 공간 작업시 근골격계 위험
	
불안전 요소	+ 협소 공간 작업으로 근골격계 발생
안전 대체방안	+ 어깨 높이 이하로 작업Point변경 (발판설치 시 높이 조정)

다. 재해사례(예시)

안전사고현황			
제목	환기팬 회전체에 손가락 접촉(김O)		
재해일시		재해형태	회전체접촉
재해조직			
재해장소			
상해정도	손 골절		



◆ 사고발생과정

용접작업 준비 중 환기 Fan의 방향이 맞지 않아 가동 중인 Fan(300φ)을 손으로 잡고 돌리다가 우측1수지가 안전망사이로 들어가면서 회전중인 날개에 접촉사고임

◆ 재해원인

1. Fan 이동방법 부적절
 - Fan 전원을 차단하지 않고 가동상태에서 이동)
 - 운반손잡이를 잡지 않고 회전체 옆 테두리를 잡고 이동
2. Fan 안전망의 결함
 - 안전망 자체가 외력에 변형 (벌어짐)

◆ 재해대책

1. Fan 이동 시 전원 차단 후 이동(가동중단)
2. 운반손잡이를 잡고 이동(회전체 부근에 접촉금지)
3. 사용 중인 Fan 일체 점검하여 안전망이 노후/변형된 것은 교체/사용 (안전망에 손가락이 들어가지 않도록)

4. EGW용접_블록탑재 수직 용접

가. 작업안전표준

표준번호			Rev.			부서명			W/S		
선종				구획		제정일자					
						개정일자					
표준명	CONT선의 L/BHD E.G.W 자동용접					표준명 개요	CONT선의 L/BHD E.G.W 자동용접의 순서를 준수하여 안전하고 정품의 자동작업 실시 및 수정작업				
작업순서		세 부 작 업 내 용				배 원		주 요 확 인 사 항		작 업 준 비	
NO						명	분	(안전/환경/보건)		(◇품질○작업성)	
1	작업준비		1) 취부상태 확인(Gap, 개선각도 여부확인) 2) 용접기 이동배치 및 용접재료 이동 3) 용접기 전선을 연결(2차 케이블 및 가스니플 기타 어스선) 4) 콘돌라 설치상태를 확인(소중대형) 5) 콘돌라 1번 벤치하부로 이동 6) 레일 및 캐리지를 콘돌라에 이동 7) 원활한 용접품질이 유지되도록 용접부 사상작업 8) 용접개선부 이면에 백킹재를 부착(도그피스 및 췌기이동) 9) 캐리지를 레일 세팅(냉각수 공급상태확인)					+ 콘돌라의 작업시작전 점검 + 440V 패널 스위치 차단 + 안전벨트를 착용하고 콘돌라에 탑승 + 보안경, 마스크, 귀마개 착용 + 백킹재 및 피스류 낙하에 주의	◇품질○작업성		E.G.W 자동용접기 용접기 전선 콘돌라 용접용 레일 그라인더 DB-3 백킹재 캐리지
2	E.G.W 용접		1) 캐리지작동 및 오실레타를 고정시키며 용접을 시작 2 용접부 상부에 설치된 족장용 발판 덮개의 두장을 개폐하여 용접진행에 문제 없도록 조치 3 용접부 끝단에 부착되어 있는 탭피스의 끝까지 용접을 완료 후에 용접을 중단(중단부 및 용각부에 100mm 마킹)					+ 용접작업시 작업공구 낙하 위험 확인 + 상부 작업발판 설치상태 확인 및 개폐실시 + 탭피스 끝단부까지 완전용접 실시 + 콘돌라 구동부 케이블 감김	◇용접시 층간 SLAG 제거 철저 ◇GAP 유지시 조기사용		족장용 발판덮개
3	본 용접		1) 용접이 완료되면 역순으로 해제하여 캐리지 및 레일을 콘돌라로 이동 2 이면의 백킹재 철거 및 췌기를 수거(백비드 확인 및 피스 제거) 3토치 케이블 교체(1.6mm) 4 수정작업에 필요한 소모성 치공구 준비 5 용접결함부 수정작업 부위 체크					+ 조명등 확인 + 세라믹 및 피스류 낙하에 주의 + 수정용접 시 사상작업 유무 확인			췌기, 부재함 용접재료 피더, 7인치 그라인더 및 돌 마킹펜
이상(불량) 시 조치						완료 후 조치					

작업순서		세 부 작 업 내 용		배 원		주 요 확 인 사 항		작 업 준 비	
NO				명	분	(+안전/환경/근골격 유해요인)	(◇품질○작업성)	(장비, 자재, 치공구)	
4	수정작업 및 장비철수		1) 용각부 및 사중단부에 대하여 가우징 작업 및 그라인더 작업을 실시 2)수정 시에는 용각이 될 때까지 완전한 결함을 제거 3)용접이 완료 후 사상작업 실시 4)NDE를 감안한 페인트 제거 5)징크 슝 프라이머 용접부 도색 6) 용접장비는 철수하고, NDE에서 발생되는 결함은 수정 7) 용접장비는 충격을 가하지 않게 이동 8) 사용한 용접장비는 철수 후 보수하고 보관			+ 마스크, 보안경 착용 + 콘돌라 탑승시 안전벨트 체결 철저	◇ 전구역 NDE 실시 ○ 불량부분은 완전제거	가우징 붐 및 그라인더(돌) 안전벨트 스프레이 캔 CRANE, 지게차 등	
이상(불량) 시 조치					완료 후 조치				

나. 주요유해위험요인

1	백킹재 및 피스류 낙하에 주의
불안전 요소	+ Deck 끝단 부 백킹재 및 피스류를 방지함으로써 낙하의 위험이 있음
안전 대체방안	+ 각종 피스류를 강통에 넣어 번선으로 고박
위험성 평가등급	(빈도) 3 X (강도) 3 = 9

2.	곤돌라 탑승 시 안전벨트 체결 철저
불안전 요소	+ 곤돌라 탑승 시 안전부착로프를 설치하지 않고 곤돌라 자체에 사용함으로 추락사고 발생 위험이 있음
안전 대체방안	+ 곤돌라 탑승 시 올바른 안전 고리 체결에 대한 교육 실시
위험성 평가등급	(빈도) 3 X (강도) 3 = 9

다. 재해사례(예시)

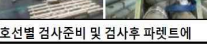
안전사고현황	
제목	썰기가 약 23m 낙하하여 목(등)부위 맞음(정OO)
재해일시	재해형태 낙하, 비래
재해조직	
재해장소	
상해정도	목, 등 부위 염좌
 	
◆ 사고발생과정 ■ 썰기가 약 23m 낙하하여 목(등) 부위 맞음 Bench Deck(S)에서 재해자가 Butt Joint부에 자동용접을 하려는 순간, 취부사가 약 23m 상부의 Coaming 하부에서 Coaming Butt 고박부재를 취부작업 과정에서 도그 피스에 끼워 놓은 썰기를 망치질을 하여 취부 라인을 조정하다가 썰기(약350g)가 빠지면서 약 23m 하부로 낙하하여 피해자의 목(등) 부위를 때린 사고임 → 썰기가 떨어지면서 중간 부 발판에 1차 맞고 튕겨 목 부위를 때림	
◆ 재해원인 → 썰기 낙하물 방지조치 미흡 → 낙하위험이 있는 장소 근로자 출입통제조치 미흡	
◆ 재해대책 - 썰기 등 낙하물 방지망 등 낙하방지조치 미흡 - 낙하물 위험반경 내 인원통제	

5. TIG 용접_배관용접

가. 작업안전표준

표준번호		Rev.		그룹명		의장제작		W/S																									
선종		프로젝트번호		구획		제정일자																											
		호				개정일자																											
표준명		[의장제작통합] 비철 배관제작 용접 작업 표준서				표준명		비 철 배관제작 파이프 용접 작업을 규정된 품질 기준을 확보하면서 보다 안전하게 수행하기 위한 작업 표준임(용접 작업자 요건)																									
작업순서		세 부 작업 내용				배 원		주 요 확 인 사 항																									
NO						명 분		(안전/환경/보건) (◇품질○작업성) (작업 준비 (장비, 자재, 치공구))																									
1		작업준비																															
		 곡관 PIPE 로테이터 장착  "V" 지그대 장착  장관 PIPE 터닝 장치  알곤퍼징작업				1) 취부된 파이프를 용접 작업장으로 운반 - 크레인, 손수레, 대차 등 이용 2) 용접장치 사전 점검 - 로테이터, 터닝롤러, "V"홈 지그, 롤러삼발이 3) 파이프 규격에 맞도록 장치를 세팅 - 로테이터 롤러 간격 조정 - "V"홈 지그대 등 근접 배치한다 4) 파이프를 용접장치에 고정(장착) - 지그/장비 고정 후 파이프고정 상태 확인 - 무게중심 불균형 제품은 보조 지그 장착 ("V"홈, 롤러 삼발이 등) - 낙하 방지용 안전장치(END STOPPER)설치 5) 용접면 클리닝 6) 파이프를 장비에 장착 후, 공 회전하여 원활한 회전이 되는지 확인 - 편하중 Spool은 Weight Balance Jig를 장착 - 회전 반경내에 간섭되지 않도록 정리						+ 와이어 2줄길이 이상 사용 운반 (후렌지 TYPE 외 에 하가 사용 금지) + 로테이터의 공회전 정/역회전 상/하 작동상태 점검 + 장비 장착 시 손/손가락 등 협착주의 + 파이프 회전 시 살림 현상 및 탈선확인 (낙하위험) + JIG 이동시 허리사고 주의 + 환배기 장치 가동 + 파이프 무게중심, 크레인 중심 확인		◇파이프 운반/장착시 충돌에 의한 손상주의 ◇관 내부 퍼징가수 주입 전 용접부 중이TAPE 테이핑 ◇호선/재질별 WPS에 준한 용접자격 유무 확인 및 용접봉 종류 확인 ◇용접봉 불출 시, 용접봉 불출대장에 기입/서명 ◇ 티타늄 - 용접면 아세톤 클리닝 - 관 내부 산소농도 측정 준수 ◇로테이터 작업 기준서 참조 작업 반경내 장애물 제거		- 로테이터, 터닝롤러, 월크레인 - 브러시(비 철 전용) - 연삭기, 스패너, L-렌치, 토크렌치, 내부 확인용 거울 - 보조지그("V"홈, 롤러지그) - WPS에 준한 용접봉 <table><tr><td>모재재질</td><td>용접봉</td></tr><tr><td>SUS 304L</td><td>T304L</td></tr><tr><td>SUS 316L</td><td>T316L</td></tr><tr><td>SUS+CARBON</td><td>T309L</td></tr><tr><td>DUPLEX</td><td>T-2209</td></tr><tr><td>SUPRE/DUPLEX</td><td>AVESTA250 7-P100</td></tr><tr><td>인코넬</td><td>NCM-T625</td></tr><tr><td>하스텔로이</td><td>C-276alloy</td></tr></table>		모재재질	용접봉	SUS 304L	T304L	SUS 316L	T316L	SUS+CARBON	T309L	DUPLEX	T-2209	SUPRE/DUPLEX	AVESTA250 7-P100	인코넬	NCM-T625	하스텔로이	C-276alloy
모재재질	용접봉																																
SUS 304L	T304L																																
SUS 316L	T316L																																
SUS+CARBON	T309L																																
DUPLEX	T-2209																																
SUPRE/DUPLEX	AVESTA250 7-P100																																
인코넬	NCM-T625																																
하스텔로이	C-276alloy																																
이상(불량) 시 조치		▶ 장비고장 및 작업중 긴급상황 발생 시, 즉시 담당반장에 보고 후 다음 조치를 받는다 ▶ 용접 작업 전, 도면 확인 후 오작인 경우 배관공정으로 이동시킨다				완료 후 조치		▶ 호선, 재질, T/W 상태 확인 후 용접 작업에 착수한다																									

작업순서	세 부 작 업 내 용		주 요 확 인 사 항		작 업 준 비
NO			(안전/환경/보건)	(◇품질○작업성)	(장비, 자재, 치공구)
2	용접 작업	     1. 어스선을 접지시킨다 2. 알곤 퍼징을 한다 3. 산소농도를 측정한다 4. 용접 작업을 한다 - 호선별 전에 준하여 작업 - 회전불가 PCS는 턴오버 작업	+ 어스선 터미널 조임 및 마모상태 확인 + 로테이터 작업 중 어스선 파이프감김 확인 + 용접작업 도중 내부의 용접 비드 상태 확인시 알곤가스 밸브를 먼저 차단하고 관 내부 잔류가스 제거 후 확인 + 보안경, 방진마스크 등 안전 보호구 철저히 착용 + 롤러 삼발이에 낙하방지용 END STOPPER 부착	◇ 여러 종류의 와이어를 구분, 오용·혼용되지 않도록 한다 ◇ 용접 후 잔봉은 폐기 처분한다 ◇ 알곤 퍼징 작업 시 스펀지를 용접열에 의해 늘어 붙지 않도록 배치한다 ◇ 과도한 전류 또는 증감 온도 미준수로 함몰 등 파이프 변형에 주의한다 ◇ 티타늄 - 증감 산화 여부 및 비드 색상 검사 수행 - 증감 클리닝은 브러쉬·아세톤 사용 - 마지막 용접면은 일체의 수정(브러쉬 사용금지) - 모재온도 10℃ 이상 유지	■ 전자기준/표준 1. 천정크레인의 안전 작업 기준 2. 호이스트 크레인의 안전작업 3. 조양 1, 3, 1 원칙 4. 슬링벨트/와이어로프 5. 지게차 안전작업 기준 6. 유해 위험기구 및 설비 안전관리 규칙 7. 안전보호구 사용규칙 8. 물질안전 보건자료 관리규칙 9. 산소측정기 사용매뉴얼
이상(불량) 시 조치	또는 절단 후 재작업 한다(절단공정, 배관공정에 전달) ▶ 장비고장 및 긴급상황 발생 시 담당반장에 보고 후 다음 조치를 받는다		완료 후 조치	▶ 자주검사 후 완성품은 검사장으로 반제품은 배관공정으로 전달한다	

작업순서		세 부 작 업 내 용	배 원		주 요 확 인 사 항		작 업 준 비 (장비, 자재, 치공구)
NO			명	분	(안전/환경/근골격 유해요인)	(◇품질○작업성)	
3	용접완료 후 마무리 작업	 BACK BEED G/R작업  비드표면 브러쉬 작업 1. 용접 완료 후 알곤 가스 차단 후 분리 2. 파이프 내부 환기작업을 한다 3. BACK BEED 및 표면 비드 등 용접상태 확인 - 백비드 컬러 확인, 내부 이물질 확인 등 자주검사 실시 4. 자주검사 후 파이프 표면에 용접사 사번, 조인트 번호, 날짜 및 시간을 BOX 형식으로 각인 5. 완성품은 검사공정으로 이동			+ 연결대를 사용하여 파이프 내부 G/R작업 시 부자연스러운 자세와 진동으로 인한 손목 및 어깨에 다소 무리 + 표면 비드 브러시 작업 시 손목 및 어깨 무리 주의 + 스펀지 제거 전 반드시 알곤 가스 밸브를 차단하고 배관 내부 잔류가스를 제거 + 용접 수정을 위하여 부득이 파이프	◇ 용입불량, 언드컷, 단자발생 산화상태 확인 ◇ 백비드 사상 작업 시 모재 손상주의 ◇ 내부 사상 작업으로 인하여 쇠파우 및 절단칩으로 인한 결함발생 주의	■ 그룹 안전 수칙 1. 공장별 안전수칙(티타늄 포함) 2. 로테이터 안전수칙 3. 터닝롤러 안전수칙
4	검사 및 적지	 비드 표면 PT/MT 검사  LEAK TEST  NDE 검사  호선별 검사준비 및 검사후 파렛트에	1. NDE 및 LEAK TEST 후 주문주 검사 2. 검사완료 되면 후처리 사양별로 크레인을 사용하여 파렛트에 적지		+ 내부 진입이 불가피한 경우 반드시 감시자 1명을 배치 + 코드 분리 후 그라인더 슛돌 교체 + 장관 파이프 파렛트 적재시 충돌주의 + 파이프 이동시 하카 사용 금지 + 파렛트 과다 적재 금지	◇ 비 철 전용 파렛트 사용 ◇ 파렛트 적재 시 무거운 순서로 적재 ◇ 후렌지면 등 보호커버 부착	■ 치공구 사용 시 치공구LIST상의 연 2회이상 점검
이상(불량) 시 조치		▷ PT, MT, RT 불량 및 주문주 요구사항이 있을 경우 용접작업장으로 이동하여 수정작업을 한다			+ 완료 후 조치	▷ 후처리 이동한다(산세, 도장)	

나. 주요유해위험요인

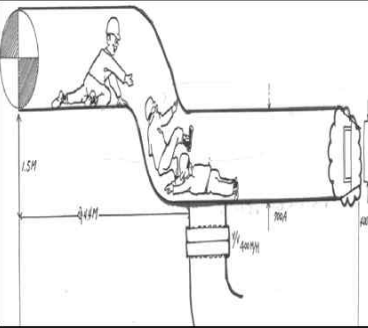
1.	부자연스러운 자세로 인한 근골격계 (GTAW전자세)						
							
불안전 요소	+ GTAW용접을 전자세로 수행하여야 하므로 자세가 부자연스럽고, 전선에 피로도 가중 + 작업 대상물을 회전시킬 수 없는 경우 장 시간 자세가 불안정한 상태에서 전선 피로 도 가중						
안전 대체방 안	+ 파이프를 부착하여 로테이터 회전작업을 할 수 있는 지그대 제작 + 근골격계 예방을 위하여 작업 전·후 스트레칭						
위험성 평가등 급	(빈 도)	3	X	(강 도)	4	=	12

2.	알곤흡입에 의한 질식						
							
불안전 요소	+ 알곤용접작업을 실시하고 구경내부를 치환하지 않고 비드의 상태를 확인 중 질식 위험						
안전 대체방 안	+ 공기를 이용한 치환을 실시하고 산소농도측정후 용접비드 확인						
위험성 평가등 급	(빈 도)	3	X	(강 도)	3	=	9

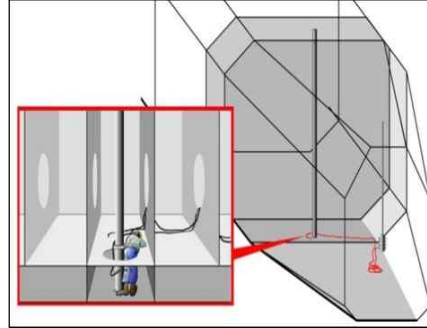
3.	단관 및 오작 파이프 절단 시 바이스 협착 위험						
							
불안전 요소	+ CLAMP BAND 고정 및 볼팅/뿔기 고정 시 허리를 굽힌상태에서 햄머 사용시 손과 허리에 무리한 작용						
안전 대체방안	+ 2인 1조 작업 배치 + 작업 전·후 스트레칭 실시						
위험성 평가등급	(빈도)	4	X	(강도)	2	=	8

다. 재해사례(예시)

2002. 2. 16 COMPRESSOR ROOM 내부의 CARGO SUCTION LINE(700+400A) 결부에 파이프 외부에서 아르곤 용접 후 파이프 내부(입구에서 약 9미터 떨어진 위치) 용접작업을 하기 위하여 들어갔다가 파이프 내부에 잔류한 아르곤 가스에 질식 사망한 사고임



2009. 1. 15 피재자 외 1명이 호선 2번 코퍼담 내부에 Line(150A, 30m) 중앙부의 조정관 설치작업에 투입되어 조정관 취부작업을 완료하고 조정관 외관 TIG용접을 하기 위해재해자가 13:20분경 코퍼담 하부에 들어가 퍼징을 위해 아르곤 호스를 Sump Eell 내부 N2 Line에 연결하다 누출된 아르곤 가스에 질식 사망한 사고임



2014. 4. 14(월) 파이프 Trunk(S) 3만 레벨구역에서 조명등 Seat 수정 설치 중 사용하던 4"그라인더의 디스크(커팅 날)를 새 것으로 교체한 후 재 작업하던 과정에 디스크의 조임이 완전하지 않아, 스위치를 OFF한 상태에서 L형 육각렌치로 재조임하다 스위치가 갑자기 ON으로 돌아가면서 회전하는 디스크에 좌측 손(2수지)을 베임



사고 원인	재발방지 대책	비 고
- 내부 잔류가스 제거 소홀 - 밀폐구역 출입 전, 내부 산소농도 측정 미실시	▷ 작업 시작전 밀폐구역 작업승인을 받고 승인서 비치 후 작업 실시 ▷ 작업자는 반드시 휴대용 산소농도 측정기 소지하고 작업 실시 ▷ 관내 진입 전 반드시 잔류가스를 제거하고 출입 전 산소농도 측정 및 감시자 비치	※ 주기적인 안전교육 실시

사고 원인	재발방지 대책
- 휴대용연삭기작업 안전 수칙 미준수 - 디스크 교체 후, 조임상태 미확인	- 디스크 교체, 조임작업 시 Air니플 분리 준수 - 디스크 교체 후 공회전하여 조임 상태 확인

IV. 작업공정별 위험성평가 자료

1. 자동용접_주관용접
2. 갠트리 로봇용접_주관-론지 용접
3. CO2용접_블록탑재용접
4. EGW용접_블록탑재 수직용접
5. TIG 용접_배관용접

※ 작업공정별 위험성평가 자료 작성은 Ⅲ. 용접 작업안전표준을 바탕으로 하여 일부 주요사항만 포함하여 작성한 참고자료임.

1. 자동용접_주판용접

단위작업 내용②	안전보건정보 ③	평가 구분 ④	위험요인 및 재해형태⑤	현 재 안전조치⑥	현재 위험도			개 선 대 책⑧	개선 기한 ⑨	개선 후 위험도		
					빈 도	강 도	위험 도⑦			빈 도	강 도	위험 도⑩
주판확인 용접재료 및SAW준비	과거사고사례	인적	SAW 케리지 이동중 요통재해 20KG이상 용접재료 운반시 요통재해 레일 탈부착시 협착 플러스(35KG) 투입시 요통 긴급 플러스 수거시 화상	케리지 이동시 캔트리사용 및 밀며 작업 망치(STEEL) 사용 2인1조 작업 용접장갑 착용	2	2	4	손수레를 이용 용접재료 이동 RUBBER(고무)망치 지급	즉시 즉시	2	2	4
	경미사고				4	2	9					
	작업인원 명				3	3	9					
	작업주기(빈도)				2	3	6					
전면용접 및수정작업	매일	기계 적	T/OVER CRANE 리모콘 오작동으로 위험 크래프가 빠지면서 부재가 떨어짐 케이블이 벗겨져 합선/감전사고 위험 주판 T/OVER 클램프 탈락	리모콘 작동 유무 확인 잠금장치 및 물림상태확인 T/OVER 턴오버 용량에 적합한 클램프 사용 맨홀덮개 H/RAIL + 체인 설치 WPS 표 부착	1	3	3	케이블 절연처리	즉시	2	2	4
	작업장비/설비				2	2	4					
	SAW케리지 T/OVER 크레인				2	4	8					
	작업중 노출물질				2	2	4					
자주검사 및실명표기	플러스분진	물질/ 환경 적	용접작업시 뒷걸음질 OPENING추락 과대 전류/전압시 용락으로 화상 플러스 사용시 분진발생으로 호흡기 질환 플러스 비산으로 오염 안전통로 미확보시 전도	SAW용접시 방진마스크 착용 즉 수거 실시 작업구역 청소정리정돈	2	3	6					
	사용 화학물질				2	3	6					
	작업환경측정				2	3	6					
	작업승인대상				-	-	-					
T/OVER 작업	해당/미해당	관리 적	샤클, 클램프 등 조양기구 미점검 T/OVER작업 반경내 출입금지조치 미흡 중심 맞지 않는 주판 턴오버시 회전우려 절단작업 시 보안면 미착용으로 안전화상 혼합작업(타재/도장)에 의한 폭발 과다GAP부 BURN THROUGH로 화상	작업전 점검실시 중심에 맞게 보조와이어 사용 턴오 버 절단작업시 별도 보안면 착용 일일 공정회의시 조율 하부 사전 확인/점검	3	2	6	T/OVER 작업시 위험반경내 line 통행금지 및 측면에서 C/R리모콘 조작	즉시	2	2	4
	근골격계위험				2	4	8					
	반복□ 무리□ 나쁜자세□ 진동□ 온도□				2	2	4					
	반복□ 무리□ 나쁜자세□ 진동□ 온도□				2	2	4					

2. 캔트리 로봇용접_주판-론지 용접

단위작업 내용②	안전보건정보 ③	평가 구분 ④	위험요인 및 재해형태⑤	현 재 안전조치⑥	현재 위험도			개 선 대 책⑧	개선기 한⑨	개선 후 위험도		
					빈 도	강 도	위험 도⑦			빈 도	강 도	위험 도⑩
주판론지 용접준비	과거사고사례	인적	케리지 올리고 내릴때 요통재해 CO2 와이어 인창시 피부 찰과상 위 험 FUME집진기 청소 및 포집기 이동시 요통재해 트레슬 상부 오르고, 내릴 때 추락사 고 위험	무릎을 이용하고 허리는 바르게 TORCH방향을 반대방향 유지 방진마스크 착용 및 무릎이용 작업대 이용 트레슬 상부 오르 내림	2	2	4					
	경미사고				2	2	4					
	건				2	2	4					
	작업인원 명				2	2	4					
케리지셋팅 및 용접	작업주기(빈도)	기계 적	캔트리 주행시 충돌재해 위험 캔트리 작업등 미점등시 야간에 충 돌,전도위험 O/H CRANE 리모콘 오작동으로 충 돌발생 클램프가 빠지면서 부재가 떨어짐 와이어로프 끊어져 조양물이 추락함	새들상부에 경보기 설치 캔트리 작업등 고장시 수리의뢰 센스 작동 유무 확인 잠금장치 및 물림상태확인 일일점검후 사용	1	3	3					
	매일				2	2	4					
	작업장비/설비				1	3	3					
	캔트릭레인 /그라인더				2	2	4					
수정용접 및 사상	작업중 노출물질	물질/ 환경 적	집진기 미점검으로 흙 발생→진폐발생 16폴 용접작업시 차광막 미설치로 유해광선발생 SHOP PRIMER 관리 미흡으로 환경 사고 발생	흙 집진기 정기점검 청소 유해광선 차광막 설치 보관장소 설정 및 커버 설치	2	2	4					
	용접흙				2	2	4					
	유해광선				5	1	5					
	사용 화학물질				4	1	4					
자주검사 및 터치 - 업	SHOP PRIMER	관리 적	와이어로프 미점검사용으로 끊어져 추락사고위험 샤클,클램프 등 조양기구 미점검시 추 락사고위험 그라인더 커버,손잡이 무단개조로 사 고 위험	일일 점검후 사용 주/야 작업전 점검실시	2	3	6	연삭기 보호덮개 교체	즉시	2	2	4
	작업환경측정				-	-	-					
	작업승인대상				1	4	4					
	해당/미해당				3	2	6					
주판트레슬 상자반출	근골격계위험	관리 적	와이어로프 미점검사용으로 끊어져 추락사고위험 샤클,클램프 등 조양기구 미점검시 추 락사고위험 그라인더 커버,손잡이 무단개조로 사 고 위험	일일 점검후 사용 주/야 작업전 점검실시	2	4	8	연삭기 보호덮개 교체	즉시	2	2	4
	반복□ 무리□ 나쁜자세□ 진동□ 온도□				-	-	-					
	반복□ 무리□ 나쁜자세□ 진동□ 온도□				-	-	-					
	반복□ 무리□ 나쁜자세□ 진동□ 온도□				-	-	-					

3. CO2용접_블록타재용접

단위작업 내 용	안전보건 정보	평 가 구 분	위험요인 및 재해형태	현 재 안전조치	현재 위험도			개 선 대 책	개선 기한	개선 후 위험도		
					빈도	강도	위험도			빈도	강도	위험도
작업준비	과거사고사례	인적	사다리를 오르내릴 때 개인 공구통을 어깨에 메고 이동하면서 추락위험	인양용 ROPE 설치	2	3	6					
	중대/산재/경미 앗차사고 건		슬래그제거액 및 ZINC PRIMER CAN 방치로 화재/폭발	실명제 및 교육	4	1	4					
	작업인원 명		CO2 GAS HOSE BY-PASS 사용으로 질식	수시 점검/지도	4	1	4					
	작업주기(빈도)		와이어 교체 중 안구손상	보호안경 착용/지도	2	3	6					
용접작업	매일	기계적	사다리 이용 중 미고박 의장품	현장 점검 및 의장품	3	2	6					
	작업장비/설비		사다리 넘어짐에 의한 추락 위험	사다리 고발조치			-					
	용접기/케이블/TL 피더,토치,고 소자		슬래그 제거시 손목부위 근골격계 케이블(용접기, 가우징)훼손 및 손상으로 감전 및 화재(440V SOCKET포함)	슬래그 제거기 휴대사용 점프사용교체	3	2	6					
	작업중 노출물질		용접작업 중 발판 및 BLK 끝단 추락위험	끝단STOPPER설치	3	2	6					
작업 마무리	용접흙				1	4	4					
							-					
	사용 화학물질	물질/ 환경적	가우징 및 치핑 소음으로 청력저하	귀마개 착용지도	2	2	4					
	SLAG REMOVER (CAN TYPE)		슬래그 제거 시 눈 손상 및 화상	보호안경 착용지도 작업전 산소농도측정 및 기록판 게시	3	2	6					
	작업환경측정		밀폐된 TANK 내부 용접작업시 질식	기록판 게시	1	4	4					
	측정/미측정/ 무		노후 CO2 HOSE LEAK로 인한 질식	호스상태 점검	2	3	6					
	작업승인대상		장시간 가우징 작업으로 진폐발생	보호마스크지급, 지도	1	3	3					
	해당/미해당	관리적	과충량 이동시 ROPE를 사용하지 않고 무리하게 이동하므로 요통 사고	인양용 ROPE 설치	2	3	6					
	근골격계위험		주변 위험성 물질에 불꽃비산으로(용접및가우징)화재		4	3	12	불발이포 설치	즉시	2	2	4
	반복■ 무리■ 나쁜자세■ 진동■ 온도□		용접기BOX CRANE 이동 시 피스류 낙하	이동전 사전점검 및 확인	4	1	4					
			밀폐구역 농도 측정 및 게시	농도측정 및 게시	3	2	6					
			의장품 간섭에 의한 사고 위험	안전 통로 확보	2	1	2					
							-					

4. EGW용접_블록타재 수직용접

단위작업 내 용	안전보건 정보	평 가 구 분	위험요인 및 재해형태	현 재 안전조치	현재 위험도			개 선 대 책	개선기한	개선 후 위험도		
					빈도	강도	위험도			빈도	강도	위험도
작업준비	과거사고사례	인적	케리지, 레일, 피스 해체시 낙하		4	3	12	피스 전용 보관함 지급	10월말	2	2	4
	중대/산재/경미		가우징 작업시 화재	하부 불발이 설치	3	2	6					
	앳차사고 건		물탱크/해체된 피스 하선시 요통	강통에 담아 하선	2	3	6					
	작업인원 명		사상작업시 튕김 사고	안전 덮개 설치	3	2	6					
용접작업	작업중 노출물질	기계적	용접시 피더 낙하	피더 전용대 제작/설치	2	2	4					
	작업주기(빈도)		근로자 곤도라 탑승시 안전대 고리를 걸지 않음	안전대 착용	2	4	8	안전대 고리를 걸고 작업을 할 것을 교육	즉시	2	2	4
	일상		가우징기 교체/사용시 감전	발판 설치표준 개선	2	2	4					
	작업장비/설비		G/R기덮개 해체 사용시 안전사고	사전점검 활동	3	2	6					
용접기해체	용접기, 곤돌라	기계적	레일 磁性부족으로 낙하	사전점검 활동	2	2	4					
	피더, 물탱크 등		곤돌라 낙하에 의한 추락 위험	구동부 작업시작전 점검 실시	2	2	4					
	작업중 노출물질		용접기 외함 접지	접지실시	2	2	4					
	흙, 분진, 가스 부동액, 전기						-					
	사용 화학물질	물질/ 환경적	가우징/용접 작업시 흙 흡입	방진마스크 착용	3	2	6					
			백킹재 해체시 이물질 흡입	방진마스크 착용	2	2	4					
			사상작업시 이물질 흡입	방진마스크 착용	4	1	4					
			청소/정리 정돈시 먼지 흡입	방진마스크 착용	4	1	4					
	작업환경측정		Z/PRIMER 시공시 오염	화이버 글라스 설치	4	1	4					
	측정/미측정/무						-					
작업 마무리	작업승인대상	관리적	중량물 취급 교육/홍보 부족	안전교육 자료 홍보	4	1	4					
	해당/미해당		MSDS 현장 미 부착	유해물질보관장소 부착	5	1	5					
	근골격계위험		캔 미파공 고철통 투입으로 폭발	분리수거 방법 교육	1	4	4					
	반복■ 무리□ 나쁜자세□ 진동□ 온도□		백킹재(고철/세라믹)미분리 투입	분리수거 방법 교육	5	1	5					
							-					
							-					

5. TIG용접_배관용접

단위작업 내 용	안전보건 정보	평 가 구 분	위험요인 및 재해형태	현 재 안전조치	현재 위험도			개 선 대 책	개선기한	개선 후 위험도		
					빈도	강도	위험도			빈도	강도	위험도
작업준비	과거사고사례	인적	중·소형관용 피팅류 선별 시, 부자연스런 자세로 요통사고 위험	인력인양 시, 바른 자세 교육	4	2	8	피팅류 운반 지그 제작	10말	2	2	4
용접작업	중대/산재/경미 앗차사고 건		절단 작업장 단관 적치대에서 단관인력 운반 시 배임 및 요통사고 위험	절단 공정에서 파이프 내부 사상	2	2	4					
자주검사와 수정작업	작업인원		원자재 사상작업 시 한손으로 자재를 회전시키면서 사상·배임사고 위험	파이프 내부 사상용 롤러지그 활용	2	2	4					
	작업주기(빈도)											
작업 마무리	매일	기계적	절단 작업장 단관 적치대와 순수래의 높이단차 과다(요통/손협착사고 위험)	인력인양 시, 바른 자세 교육	2	2	4	고임목 및 받침목 개선	10말	2	2	4
	작업장비/설비		한손으로 작업 대상을 회전시키고	2인1조 작업권장(위험성교육 실시)	2	2	4					
	크레인,CTA절단기		그라인더를 한손으로 잡고, 사상하기 때문에 손 절상 위험	그라인더에 손잡이 설치	2	2	4					
	임팩트스페너		단차 조정용 CLAMP JIG 장착 시, 크레인 사용 불합리, 근골격계 질환의 위험이 있고, 낙하/비래 사고 위험	단차 조정용 CLAMP JIG를 경량화 하여 지그를 개선	2	2	4					
	그라인더											
	작업중 노출물질		고임목 미설치 시, 파이프 굴러 보행자 협착 위험		3	3	9					
	사용 화학물질	물질/ 환경적										
	수용성 절삭유 절단작업용		작업장 정리/정돈 불량으로 작업장 이동 시 충돌 및 전도사고 위험	TBM시, 전방주시/정속보행 교육	2	2	4					
	작업환경측정 측정		알곤누출에 의한 질식위험	가스호스연결부 수시 확인, 작업전 산소농도 측정	2	2	4					
	작업승인대상	관리적	절삭유 제거 미흡으로 작업장 오염	이동 전, 잔유 제거	2	2	4					
	미 해당		작업 시작 전, 위험예지훈련 미흡으로 앓차사고 위험	개인 지적확인 독려(습관화)	2	2	4					
	근골격계위험											
	반복□ 우리■ 나쁜자세■ 진동■ 온도□		안전수칙 준수 미흡	안전훈수 독려	2	2	4					

V. 현장 우수사례
(사진, 그림, 기록물)

1) 근골격계 예방

용접시 쪼그려 앉은 자세개선을 위한 보조의자 제공	자동용접기 개선적용 및 치구 제공

2-1) 분진 저감을 위한 컨설팅

- 방 법 : 가공/조립공장(블록) 분진농도, 기류측정
환기창 개선에 대한 분진농도 저감결과 시뮬레이션 분석 등
- 시뮬레이션을 이용한 개선방향 예측

분진농도 측정	계절별 평균 유속												
단위 : $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 외기 방향	단위 : m/s 외기 방향												
개선방향	개선결과												
조립공장 90° 개방 환기창 모식도	<table border="1"> <thead> <tr> <th>구분</th> <th>평균유속</th> <th>평균분진농도</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>환기창 미설치 서풍 0.5m/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>환기창 설치 서풍 0.5m/s</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>환기창 설치 서풍 2.5m/s</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	구분	평균유속	평균분진농도	환기창 미설치 서풍 0.5m/s			환기창 설치 서풍 0.5m/s			환기창 설치 서풍 2.5m/s		
구분	평균유속	평균분진농도											
환기창 미설치 서풍 0.5m/s													
환기창 설치 서풍 0.5m/s													
환기창 설치 서풍 2.5m/s													

2-2) 환기창 개선공사

- 해양부문 대조립공장 환기창 설치
- 조선부문 가공/조립공장 환기창 설치

구분	개선前	개선後
환기창	환기창 미설치	환기창 설치
분진농도 분포도	분진농도 : $418\mu\text{g}/\text{m}^3$	분진농도 : $275\mu\text{g}/\text{m}^3$

3) 환기팬 지급

- 작업장소별 특성에 맞는 환기팬 지급 및 설치

환기팬 종류별 사진					
200ϕ PLASTIC	200ϕ STEEL	300ϕ PLASTIC	300ϕ STEEL	300ϕ 팬	600ϕ 팬
600ϕ JET	800ϕ JET	250mm	150P HOSE	150P FAN	200P HOSE
300P AXIAL	60x50P AXIAL	75P HOSE	75P AXIAL		

4) 호흡기 보호를 위한 호흡용 보호구 다양화



6) 알콘가스 취급작업 안전교육 이수자 관리



5) 화기작업시 보호구 착용기준

□ 용접, 절단, 그라인더 작업 등 가연성물질의 점화원이 될 수 있는 작업 시 화재/폭발사고를 예방하기 위해 기준을 제정함

화기작업 시 보호구 착용	보호구 착용 안전기준												
용접, 절단, 그라인더 작업 등 가연성물질의 점화원이 될 수 있는 작업 시 화재/폭발사고를 예방하기 위해 기준을 제정함 용접 시 올바른 보호구 착용 (용접사(배관작업) 중 피스복 착용) 보호구 미착용에 의한 사고사례 열소한 질소 가우징 시 불티가 용접복내부로 비산되어 화상 → 용접복 안쪽 시 용접복 안쪽 착용하여 화상예방	□ 화기작업의 종류에 따라 작업에 적합한 보호구를 착용한다. <table border="1"> <thead> <tr> <th>분류</th><th>필수 착용 보호구</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>용접</td><td>용접장갑 / 방진마스크 / 두건 / 용접복 / 각반 / 용접면</td></tr> <tr> <td>취부</td><td>각반 / 취부장갑 / 방진마스크 / 용접면</td></tr> <tr> <td>가우징</td><td>각반 / 두건 / 방열장갑 / 방진마스크 / 용접복 / 용접면</td></tr> <tr> <td>절단</td><td>각반 / 취부 장갑 / 방진마스크</td></tr> <tr> <td>사상</td><td>후드(보안면) / 보호장갑 / 방진마스크</td></tr> </tbody> </table> □ 화기작업자는 피스복 착용을 금지한다. (배관작업 중 피스복 착용은 제외) □ 용접면의 내부에는 눈 보호를 위해 반드시 강화유리를 사용한다. □ 용접두건은 방열처리 된 제품을 사용해야 한다. □ 추락 위험이 있는 구역에는 안전벨트 착용 및 추락 고정줄을 걸고 작업을 실시한다. □ 화기작업 후 잔여불씨가 완전히 꺼졌는지 확인한다. □ 화재발생 시 소화장비를 이용하여 즉시 진동조치를 실시하고 119에 신고한다.	분류	필수 착용 보호구	용접	용접장갑 / 방진마스크 / 두건 / 용접복 / 각반 / 용접면	취부	각반 / 취부장갑 / 방진마스크 / 용접면	가우징	각반 / 두건 / 방열장갑 / 방진마스크 / 용접복 / 용접면	절단	각반 / 취부 장갑 / 방진마스크	사상	후드(보안면) / 보호장갑 / 방진마스크
분류	필수 착용 보호구												
용접	용접장갑 / 방진마스크 / 두건 / 용접복 / 각반 / 용접면												
취부	각반 / 취부장갑 / 방진마스크 / 용접면												
가우징	각반 / 두건 / 방열장갑 / 방진마스크 / 용접복 / 용접면												
절단	각반 / 취부 장갑 / 방진마스크												
사상	후드(보안면) / 보호장갑 / 방진마스크												

7) 아르곤가스 사용시 접근금지 표시



8) 가스호스 점검 및 점검표 작성



알곤호스 LEAK 점검 활동



알곤호스 LEAK 점검 활동

물분기를 활용한 가스호스 누설시험

가스호스 점검표

9) 아르곤 가스 누출방지 대책

1. 현상 및 문제점

1) 알곤 가스 호스(용접용, 퍼징용)를 단관으로 연결 사용 중 분리되면 가스 누출 위험



분리될 경우 가스 누출



용접사용 연결대로 호스 연결

2) 매니폴드용-퍼징 부위용 Flow Meter 혼용 사용에 따른 가스 누출 위험



퍼징용 정상 사용



퍼징용 비정상 사용



용접기용 정상 사용

3) 알곤 가스 호스 및 부속품 임의 개조/카플러 설치에 따른 가스 누출 위험

① 부속품 임의 개조 : 작업자용 Flow Meter를 연결대와 연결하여 매니폴드용으로 사용



② 호스 카플러 임의 설치



호스 앞/후 카플러를 임의 설치하여 사용

10) 아르곤 가스 누설방지를 위한 안전조치

퍼징용 정상 사용



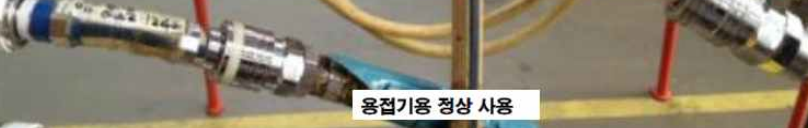
알곤가스 주입표시기 (매니폴드용) 퍼지호스 알곤가스 주입표시기 (작업자용) 지관호스 알곤가스 배출호스

퍼징용 비정상 사용



A 연결대 B 용접호스 C 용접 실크클레이

용접기용 정상 사용



A 연결대 B 용접호스 C 용접 실크클레이

11) PE 블록 취부용 불반이 JIG제작

개선 전 내용



개선 후 내용



> PE장 BLOCK JOINT 용접시 스파터의 비산

- 적재된 가연성 자재의 화재발생
- 이면에서 작업시 화상사고 위험

> 불반이용 JIG 제작 사용 (함석판으로 제작 자석부착사용)

- 하부에 용접 비산 방지
- 화재및 화상 위험 방지

12) PE 블록 취부용 볼받이 JIG제작

현 상태



➢ [-]선 볼팅 연결부 절연테이프 마감
→ 열화시 테이프가 녹아 내림

개 선 후



➢ 볼팅 연결부 수축튜브 이용 마감 처리
→ 열화시 녹아 내림 방지

13) 펀치그에 설치한 용접케이블 걸이대 제작



14) 수직용접 자동용접케리지 사용



➢ **현재의 방법**
중조 블록 용접 시 수직자세의 용접을
수동용접 실시



➢ **개선내용**
수직 자동용접 케리지 사용

15) SAW 용접시 간이 의자 활용



➢ **현재의 방법**
SAW 용접 시 쪼그린 자세로
장시간 작업으로 허리 부담작업



➢ **개선 방법**
바퀴가 달린 간이 의자를 제작하여
쉽고 편하게 작업

16) 절연테이프 결이대 비치

개 선 전	개 선 후
	
용접케이블 결이대에 절연테이프 없음	용접케이블 결이대에 절연테이프 비치
> 용접케이블 피복 손상시 절연테이프 처리 미흡	> 용접케이블 결이대에 절연테이프 결이대를 설치하여 케이블 피복 손상시 즉시 절연조치 → 안전관리 실행력 향상

VI. 중대재해사례

16) 곤도라 탑승대 설치



1. 조선업 중대재해(5년간)

구분	2014	2013	2012	2011	2010
발생건수	23	18	17	26	26
계	110 건				

2. 조선업 용접 관련 중대재해(5년간)

○ 연간 발생 건수

구분	2014	2013	2012	2011	2010
발생건수	0	1	4	2	3
계	10 건				

○ 사례 요약

발생형태	발생 일자	사례
화재·폭발 (6건)	2010. 02. 06	블록 내부 취부·용접작업 준비 중 화재·폭발
	2010. 08. 04	에어재킷에 산소를 사용하여 용접 중 화재
	2010. 12. 27	환기가 불충분한 장소에서 취부작업 중 화재
	2011. 12. 30	블록내부 용접작업 중 화재로 4명 사망
	2012. 07. 09	에어재킷에 산소가 공급되어 용접 중 화재
	2012. 10. 31	블록 내부에서 용접작업 중 폭발사고로 인한 사망
질식 (2건)	2012. 05. 30	배관 내부 용접작업 확인 중 질식
	2013. 11. 30	아르곤을 이용한 용접작업 중 질식 사망
협착 (1건)	2011. 03. 24	통로에서 용접 중 갠트리 크레인 주행으로 협착
기타 (1건)	2012. 07. 03	호선상부 용접작업 준비 중 사망

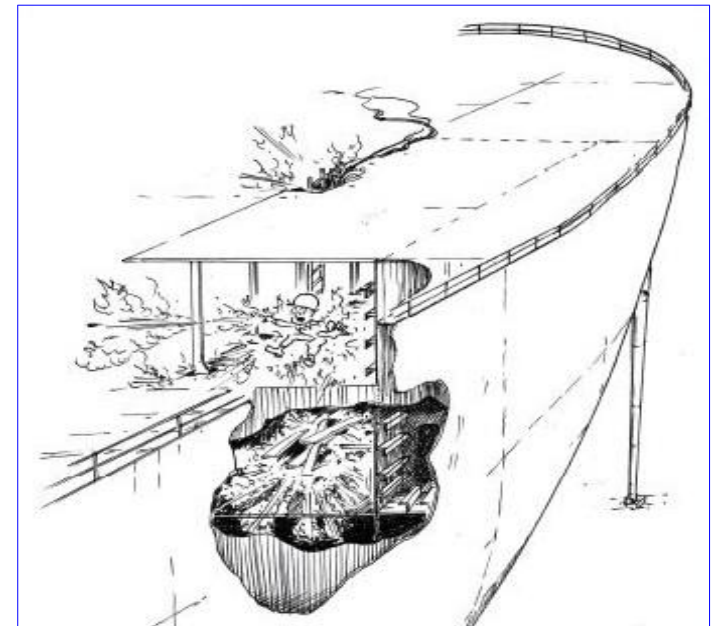
[화재·폭발 6건]

블록 내부 취부용접 작업 준비 중 화재·폭발

● 재 해 개 요

2010. 02. 06(토) 13:25 경남 사천시 소재 ○○조선소 도크(Dock)에서 건조 중이던 호선에서 협력사 소속의 재해자가 블록 내부 취부·용접 작업을 하기 위해 작업장소로 이동 중 블록 내부에 체류된 에틸렌가스의 화재·폭발로 인해 화상, 골절로 사망한 재해임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 가스 절단기 작업준비 방법 부적절

- 환기가 불충분한 블록 내부에서 에틸렌가스 절단기 및 가스호스를 설치할 때 가스 누출상태를 확인하지 않고 설치함.

○ 화재·폭발예방을 위한 환기장치 미설치

- 환기가 불충분한 블록 내부에서 에틸렌가스를 이용한 취부·용접작업을 함에 있어 환기장치를 설치하지 않음.

○ 조명설비 설치 고정 미흡

- 조명설비에 고리가 있는 구조이나 작업발판 등에 걸어들 경우 외력에 의해 쉽게 이탈되는 구조로 설치됨.

● 재해예방 대책

○ 가스절단기 및 가스호스 설치 전 가스 누출여부 확인

- 가스호스를 설치하기 전 환기가 충분한 장소에서 가스호스를 매니폴더에 연결하여 가스의 누출여부를 확인하고 블록내부로 설치함.

○ 화재·폭발예방을 위한 환기장치 설치

- 환기가 불충분한 곳에서 가연성 가스를 이용한 취부·용접작업 시에는 작업 전에 미리 환기장치를 설치하여 충분히 환기를 시켜야 함.

○ 조명설비는 이탈하지 않도록 견고하게 설치

- 조명설비는 외력에 의해 쉽게 이탈되지 않도록 고리를 홈에 끼우거나 묶어서 설치함.

○ 기타대책

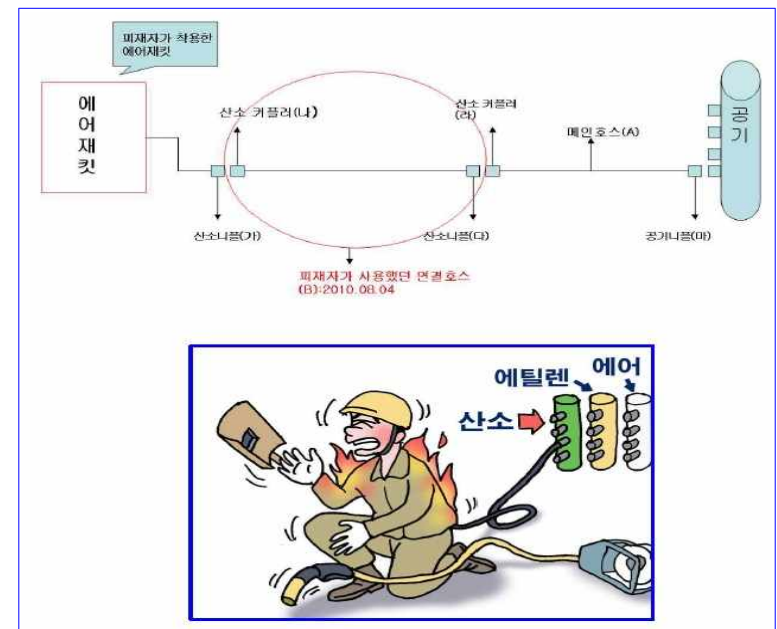
- 환기가 불충분한 장소에서 가연성 가스절단기, CO₂ 용접기 등을 이용하여 취부·용접작업을 할 경우 가연성가스, 산소농도측정, 전기기계기구 등 점검된 방폭형의 것을 사용하여야 함 것으로 사료됨.

에어재킷에 산소를 사용하여 용접 중 화재

● 재 해 개 요

2010. 08. 04(수) 10:20경 경남 고성군 소재 선박블록 제작 사업장 내에서 용접 작업자가 선박 블록 말단부 용접 작업 중 불티가 비산하여 착용하고 있던 에어재킷에 산소가 공급되어 용접복에 화재가 발생, 화상을 입고 병원치료 중 사망한 재해임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 용접·용단 등의 화기 작업에서의 안전수칙 미준수

- 에어재킷에 공기를 공급하여야 하나 산소가 공급되어 용접 불티에 의한 화재가 발생

○ 안전수칙 준수를 위한 관리 감독의 미비

- 에어재킷과 에어 공급 연결 호스에 산소 연결이 되지 않도록 관리 감독 및 점검 미흡

● 재해예방 대책

○ 용접·용단 등의 화기 작업에서의 안전수칙 준수 철저

- 에어재킷에는 공기를 공급하여 사용하여야 하는 안전수칙 준수 및 지속적 교육 실시

○ 안전수칙 준수를 위한 관리감독 업무 철저

- 에어재킷과 연결용 호스에는 공기용 니플 및 커플러 설치로 산소 사용 근원적 금지

환기가 불충분한 장소에서 취부작업 중 화재

● 재 해 개 요

2010. 12. 27(월) 08:35경 경남 통영시 소재 ○○해양(주)내 호선에서 재해자가 가스 절단기를 사용한 후 부착된 밸브가 열린 상태에서 CO₂ 용접기로 방호울 취부작업 중 화재가 발생하여 전신 화상을 입고 사망한 사고임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 화재·폭발예방을 위한 환기장치 미설치

- 환기가 불충분한 펄프룸 내부에서 에틸렌 및 산소가스를 이용한 취부작업을 함에 있어 환기장치를 설치하지 않음.

○ 산소절단기 취급 부적절

- 가스 절단기를 사용한 후 가스가 누출되지 않도록 산소 밸브 및 에틸렌 밸브를 완전히 닫아야 하나 밸브가 열린 상태로 방치함.

● 재해예방 대책

○ 화재·폭발예방을 위한 환기장치 설치

- 환기가 불충분한 곳에서 가연성 가스를 이용한 취부작업 시에는 작업 전에 미리 환기장치를 설치하고 취부작업 중 내부를 지속적으로 환기를 시켜야 함.

○ 가스절단기 밸브잠금 철저

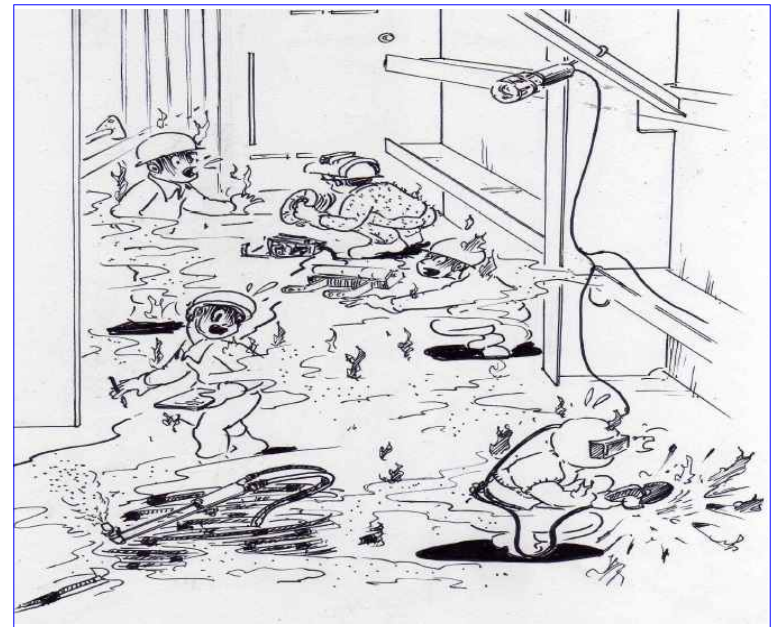
- 가스절단기를 사용하지 않을 경우에는 공급 밸브를 잠그고, 장시간 사용하지 않을 경우에는 환기가 충분한 곳에 두어야 함.

블록내부 용접작업 중 화재

● 재 해 개 요

2011. 12. 30(금) 08:16경 울산시 온산소재 ○○중공업 대조립장 링블록 파이롯트룸 내부에서 작업자 4명이 과량의 산소가 누출된 상태에서 사상작업 중 화재가 발생하여 1명은 대피하고 4명이 화재로 인해 질식사망한 사고임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 화재예방을 위한 환기장치 미설치

- 통풍이 불충분한 장소 내부에서 용접, 사상작업 시 환기장치를 설치하지 않음.

○ 산소절단기 취급 부적절

- 산소절단기를 사용한 후 가스가 누출되지 않도록 산소밸브를 완전히 닫아야 하나 밸브가 열린 상태로 방치함.

○ 소화기구 미비치

- 통풍이 불충분한 장소에서 용접·용단 등 화기작업에 따른 화재 발생 시 화재 확산에 대비 소화기구를 비치하지 않음.

● 재해예방 대책

○ 환기장치 설치 및 가동

- 파이롯트룸 내부에서 LPG 및 산소가스를 이용한 용융·절단작업, CO₂ 용접작업 등을 할 경우에는 환기장치를 설치하고, 작업 중에도 내부를 지속적으로 환기를 실시하여야 함.

○ 산소절단기 취급관리 철저

- 산소절단기를 사용 후 또는 사용하지 않을 경우에도 모든 공급 밸브를 견고하게 잠그는 등 절단기 취급을 철저히 하여야 함.

○ 소화기구 비치

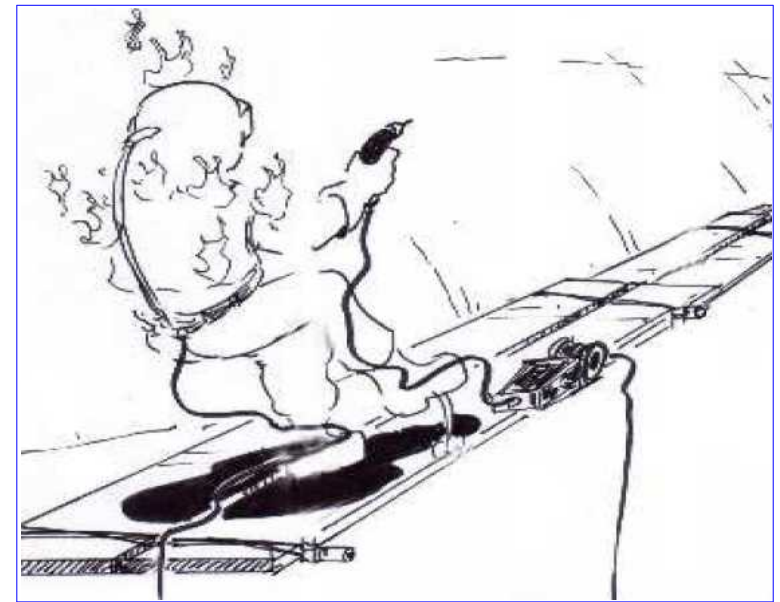
- 용접·용단 등 화기작업 시 화재발생대비 소화기구를 비치하고 화재 발생 시 즉시 소화할 수 있도록 해야 함.

에어재킷에 산소가 공급되어 용접 중 화재

● 재 해 개 요

2012. 07. 09(월) 13:20경 울산광역시 울주군 온산읍 소재 선박블록 제작 사업장의 대형블록 내부에서 용접작업자가 에어재킷(이동용 공기 매니폴드가 메인 산소 매니폴드 배관에 잘못 연결되어 에어재킷에 산소가 공급됨)을 입고 용접작업을 하던 중 재해자 작업복에 용접 불티가 인화되어 화상을 입고 치료 중 07. 30(월) 19:20경 사망한 재해임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 가스용접 등의 작업 시의 안전조치 미준수

- 인화성 가스, 불활성 가스 및 산소(이하 "가스등"이라 한다)를 사용하여 금속의 용접·용단 또는 가열작업을 하는 경우에는 가스등의 누출 또는 방출로 인한 폭발·화재 또는 화상을 예방하기 위하여 가스 등의 분기관은 전용 접속기구(Socket 및 Coupler)를 사용하여 서로 다른 가스배관과의 불량 체결이 되지 않도록 하여야 하나 이동용 매니폴드의 모든 가스 공급호스 전용 접속기구(Socket 및 Coupler)를 동일한 규격으로 사용하여 임의 또는 오체결로 인한 공기가 아닌 산소 공급으로 인하여 화재가 발생하여 재해를 입음.

● 재해예방 대책

○ 가스용접 등의 작업 시의 안전조치 준수

- 인화성 가스, 불활성 가스 및 산소(이하 "가스등"이라 한다)를 사용하여 금속의 용접·용단 또는 가열작업을 하는 경우에는 가스등의 누출 또는 방출로 인한 폭발·화재 또는 화상을 예방하기 위하여 가스등의 분기관은 규격이 서로 다른 전용의 접속기구(Socket 및 Coupler)를 사용하여 서로 다른 가스배관과의 불량 체결이 근원적으로 되지 않도록 하여야 함.

선박(바지선) 건조 작업 중 LPG가스 폭발

● 재 해 개 요

2012. 10. 31(수) 08:05경 전남 영암군 삼호읍 나불리 612-8소재 ○○중공업 대불1공장 내에서 협력업체인 ○○사업장 소속 근로자 11명이 바지선 블록 내부에서 용접작업 중 폭발사고가 발생하여 근로자 2명이 사망, 9명이 부상한 재해임.

※ 사고 전일 용접작업 후 LPG 가스용기를 차단하지 않아 LPG 가스가 누출되어 바지선 블록 내부에 고여 있다가 폭발한 것으로 추정.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

- 블록 내부에 LPG(프로판가스) 등이 체류된 상태에서 용접·절단 작업을 실시하여 폭발한 것으로 추정되는 재해임
(작업 중 사용가스 : LPG(프로판가스 C_3H_8) + CO_2 + 산소)

● 재해예방 대책

- 인화성 가스 취급관리 철저
 - LPG 등 인화성 가스가 밀폐공간에 누출되지 않도록 작업의 전후, 작업 중에 가스 연결부위의 차단, 분리와 토오치의 잠금 등 관리
- 인화성 가스 농도 측정
 - 작업 시작 전과 중간휴식을 취한 후에는 반드시 작업장 내부에 인화성 가스가 체류하는지 여부를 가스측정기를 이용하여 측정하여야 함
- 충분한 통풍·환기 조치 실시
 - 폭발이나 화재가 발생할 우려가 있거나 또는 가스가 체류하는 경우 폭발 또는 화재를 예방하기 위하여 충분한 통풍·환기 조치를 하여야 함

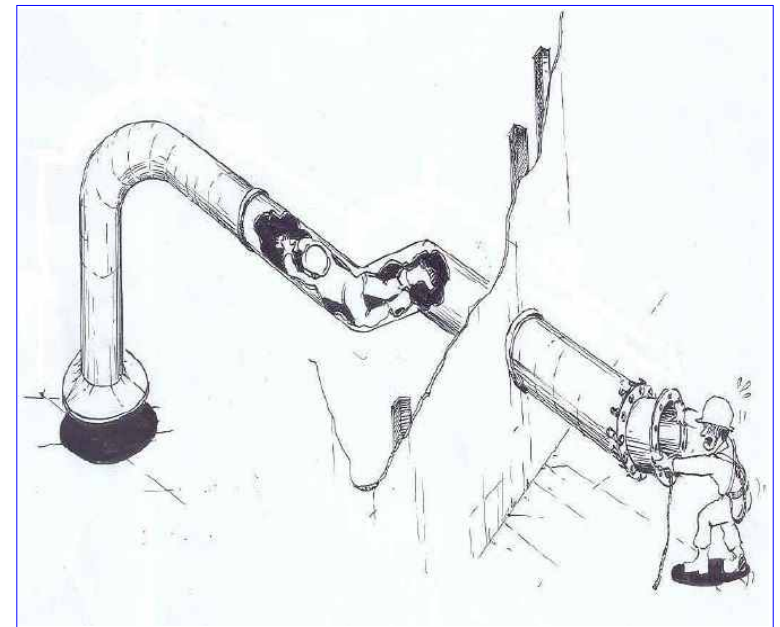
[질식 2건]

배관 내부 용접작업 확인 중 질식

● 재 해 개 요

2012. 05. 30(수) 14:50경 울산시 ○○중공업(주) 해양사업부 내 사내 협력사 소속의 피해자가 FPSO 15번 블록 내에서 배관내부 TIG 용접작업을 한 후, 용접부 확인을 위해 Air Blowing 후 배관내부로 몸을 넣어 확인 중 의식을 잃고 쓰러진 상태로 동료에게 발견되어 긴급 후송하였으나 응급처치 중 16시 10분경 사망한 재해임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 밀폐공간 작업 시 산소농도 측정 미 실시

- 피재자가 용접확인을 위해 들어간 배관내부는 용접 작업 종료 후 아르곤 가스의 체류 가능성이 있는 지역이므로 배관에 들어가기 전 미리 산소 농도 등을 측정하고, 산소농도가 18% 이상이 유지되는지를 평가하여야 하나 투입 전, 산소농도를 측정하지 않았음.

○ 표준 안전작업 절차 미준수

- 피재자가 확인하고자 했던 배관 inside 용접작업은 내부에 들어가 수정 작업을 하는 것을 불가하도록 규정되어 있으나, 근로자가 배관 내부에 들어가 확인 작업을 함으로써, 표준 안전작업절차를 미준수 하였음.

● 재해예방 대책

○ 밀폐공간 작업 근로자 종사 시 산소농도 측정 실시

- 밀폐공간 또는 환기가 불충분한 장소에서 근로자를 종사하도록 하는 때에는 미리 산소농도 등을 측정하고, 적절한 공기로 유지되고 있는지 여부를 철저히 평가하여야 함.

○ 표준 안전작업 절차 준수 철저

- TiG 용접 작업한 배관 내부 등은 질식 위험이 매우 높으므로, 근로자가 직접 배관내부로 들어가 확인 작업을 하는 행위는 일체 금지시키고, 용접 결함부 등의 검사는 비파괴 검사를 통하여 확인하도록 하여야 함.

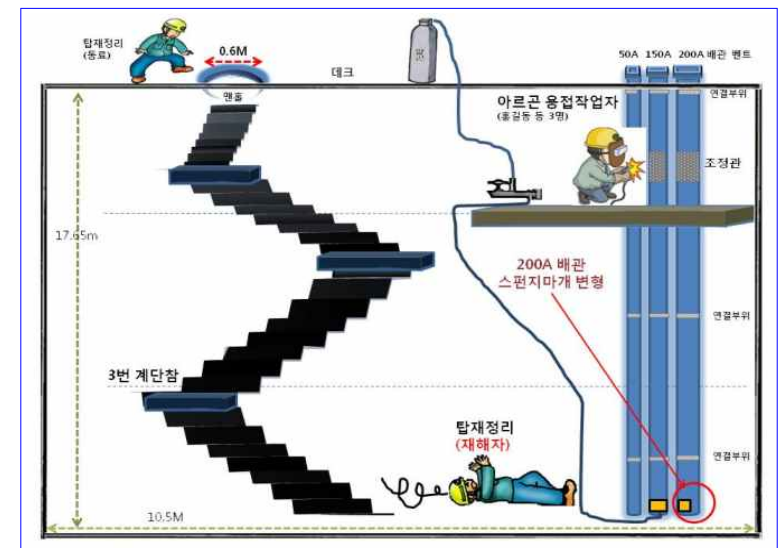
아르곤을 이용한 용접작업 중 질식 사망

● 재 해 개 요

2013. 11. 30(토) 부산시 영도구 소재 ○○조선(주)에서 사고당일 08:20경부터 건조 중인 호선 오수탱크(slop tank) 내부에서 협력업체 (주)○○조선 소속 홍길동 등 3명이 아르곤 배관용접작업을 함.

또 다른 협력업체 ○○조선 소속 재해자가 오수탱크에 출입하여 바닥에 있는 탑재피스(piece)를 정리 작업을 하던 중 10:50분경 오수탱크 바닥에 체류된 아르곤 가스에 질식되어 쓰러져 있는 것을 홍길동 등이 발견하고 응급처치 후 병원으로 후송하였으나 사망한 사고임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 밀폐공간 출입 전, 출입작업 중 환기장치 미설치 등

- 밀폐공간에서 아르곤을 이용한 용접작업을 함에 있어 출입 전, 출입작업 중에 환기장치를 설치하지 않았으며, 또한 출입작업자는 송기마스크를 착용하지 않은 상태에서 아르곤 용접작업(용접작업자)을 수행하였으며, 재해자는 밀폐공간 바닥에 내려가 탭재피스 정리 작업을 수행함.

○ 밀폐공간 출입 전 산소농도 미측정

- 아르곤을 이용하여 용접하고 있는 밀폐공간에 재해자가 출입할 시점에 밀폐공간 내부의 공기의 적정상태를 측정하지 않음.

○ 밀폐공간 외부 감시인 미배치

- 밀폐공간에서 아르곤을 이용한 용접작업을 함에 있어 외부와의 연락, 관계 근로자 이외의 출입금지를 할 감시인을 배치하지 않음.

● 재해예방 대책

○ 밀폐공간 출입 전, 출입작업 중 환기장치 설치 및 가동

- 밀폐공간에 근로자를 출입시킬 때에는 출입 전에 환기장치를 설치하여 환기를 하고, 밀폐공간 내부의 공기의 상태를 확인하여야 하며, 또한 작업 중에도 환기장치를 지속적으로 가동하여야 함.

○ 밀폐공간 출입 전 산소농도 측정

- 밀폐공간에 근로자를 출입시킬 때에는 출입 전에 내부의 공기상태를 측정·평가하고 산소농도 측정값을 기록·유지하여야 함.

○ 밀폐공간 입구 외부 감시인 배치

- 밀폐공간에 출입하여 작업을 할 경우에는 밀폐공간 입구에 감시인을 배치하고 내부와의 연락, 인원의 점검, 관계 근로자이외의 출입금지 조치를 하도록 하여야 함.

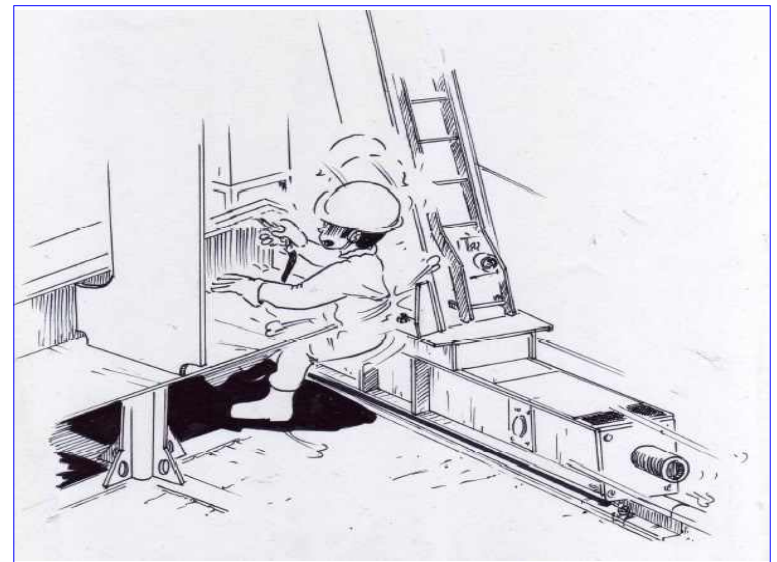
[협착 1건]

통로에서 용접 중 갠트리 크레인 주행으로 협착

● 재 해 개 요

2011. 03. 24일(목) 08:30경 경남 창원시 소재한 (주)○○ 옥외 작업장의 갠트리 크레인 옆 통로에서 협력사 소속의 근로자가 블록 중조립 용접 작업 중 주행하는 갠트리 크레인의 새들 상부에 용접 작업복이 걸리면서 새들과 블록사이에 협착되어 신체 하부가 골절되었으며, 병원으로 후송 치료 중 4월5일(화) 사망한 재해임.

● 재 해 상 황 도



● 재해발생 원인

○ 건설물 등과의 사이의 통로 미확보

- 블록을 핀 지그 정반에 배치하는 경우에는 갠트리 크레인 새들과 블록과의 사이 통로는 그 폭을 0.6미터 이상으로 유지하여야 하나 규정 폭 미만의 통로
- 갠트리 크레인을 사용하여 중량물을 취급하는 작업을 하는 경우에는 그 작업에 따른 추락·낙하·전도·협착 및 붕괴 등의 위험을 예방할 수 있는 안전보건대책에 관한 작업계획서를 작성하여야 하나 미작성함.

○ 크레인 운전자의 주행 운전 시 주위 미확인

- 갠트리 크레인을 사용하는 운전자는 크레인 주행 등의 경우 작업 반경 내에서 위험이 예상되는 근로자 등을 대피 시키거나 운전을 정지하여야 하나 미확인 상태에서 크레인을 운전 함.

● 재해예방 대책

○ 건설물등과의 사이의 통로 확보

- 갠트리 크레인 새들과 블록과의 사이 통로는 그 폭을 0.6미터 이상으로 하여 안전통로를 확보하여야 함

○ 중량물 취급 작업계획의 작성 등

- 갠트리 크레인을 사용하여 중량물을 취급하는 경우에는 그 작업에 따른 추락·낙하·전도·협착 및 붕괴 등의 위험을 예방할 수 있는 작업계획서를 작성하고 당해 작업자들에게 주지 시켜야함

○ 크레인 운전자의 주행 운전 시 주위 확인 철저

- 갠트리 크레인을 사용하는 운전자는 작업 반경 내에서 위험이 예상되는 근로자 등을 대피 시키거나 운전을 정지하여야 하며, 주위 확인 등을 실시 후 크레인을 안전하게 운전 하여야함

[기타 1건]

호선상부 용접작업 준비 중 사망

● 재 해 개 요

2012. 07. 03(월) 08:34경 경남 거제시 ○○소재 ○○중공업(주) 내 a도크 ○○호선 선미 쪽에서 용접작업을 하기 위해 작업 준비 중이던 피재자가 용접기의 접지 측 전선과 홀더선을 호선 상부로 옮기기 위해 이동용 계단을 이용하여 홀더선을 상부에 있었던 동료작업자에게 끌어 옮겨주는 작업을 하고 있었으며, 잠시 후 다른 동료가 사람이 쓰러져 있다는 소리를 듣고 현장에 도착 해 보니 피재자가 이동용 계단의 중간인 계단참에 쓰러져 있는 것을 발견하고 병원으로 후송 하였으나 사망한 재해임.

● 재해발생 원인

○ 사고 용접기는 전원접속 후 기기조작용 전원 스위치를 차단했음에도 전원이 형성되는 등 고장 난 채로 사용됨

○ 용접작업 시 작업지휘자에 의한 안전성 검토 및 작업계획서에 의한 작업 미 지휘

- 용접작업 시 작업계획서를 작성하여 작업지휘자를 지정하고 안전성 검토 및 작업계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 하나 용접기의 전원이 인가되는 여부 등을 파악하지 않고 작업하는 등의 불안정한 작업과 피재자가 전기 작업 시 보호구 절연상태를 확인하지 않은 상태에서 작업을 실시함.

(기인물의 상태 및 용접작업 준비 중인 작업의 형태 등으로 미루어 발생 가능성이 높은 것을 추정한 내용이며, 작업을 진행 하던 중 계단 스텝에서 실수로 발을 잘못 디뎠거나 기타 다른 이유로 전도가 되어 넘어져 두부의 미간이 스텝에 부딪혀 발생한 사망재해일 가능성도 배제할 수는 없음.)

● 재해예방 대책

- 용접기 등은 정기적으로 점검을 실시하고 그 성능 유지 상태를 확인한 후 이상이 발견될 경우 즉시 보수 후 사용 실시
- 용접작업 시 작업지휘자에 의한 안전성 검토 및 작업계획서에 의한 작업 지휘실시
 - 용접작업 시 작업계획서를 작성하여 작업지휘자를 지정하고 안전성 검토 및 작업 계획서에 따라 작업을 지휘하도록 하여야 함. 용접기 연결의 적정성, 작업자의 위험지역 작업 등에 대한 사전 안전성 검토와 작업자 간의 상호 소통 등

※ 참고자료

V. 조선업 화재·폭발 예방 메뉴얼

조선업 화재·폭발 예방 매뉴얼

1 목 적

- 조선업은 조립작업의 대부분이 용접에 의해 수행됨에 따라 크고 작은 화재·폭발 사고가 빈번하므로
- 인화성 및 가연성 물질을 취급하는 화기작업에 의한 화재·폭발 사고를 예방하기 위하여 위험성, 안전대책 등 안전관리 활동에 대한 기본적인 사항을 제시하고자 함

2 조선업의 안전보건 특성

2.1 작업이 다양하고 종합적인 산업

- 조선업은 선박 건조 시 강판을 주재료로 사용하고 건설·화학·중공업의 특징을 모두 가져 유해·위험요인이 다양하며 공정의 변화에 따른 위험요인이 수시로 발생

2.2 위험도가 높은 작업환경

- 선박의 발주량에 따라 작업 물량이 결정되고 선종에 따라 작업량의 변화가 심한 특징을 가지고 있음
- 협소한 공간에서 원·하청, 하청·하청 등이 동시다발적으로 혼재되어 작업을 수행하고 있어 관리감독이 쉽지 않아 대형사고 발생 위험이 높음
- 특히, 대부분의 조립이 용접을 통해 이루어지므로 화재발생 위험성이 높음

2.3 협력업체의 위험작업 증가

- 협력업체가 용접·도장·고소작업 등 위험성이 높은 작업을 수행함에 따라 협력업체 작업자의 사망사고 발생빈도가 높음

■ 조선업의 주요 작업특성

- ① 작업장소 이동이 많으며, 특히 고소작업이 많음
- ② 중량물을 많이 취급하며, 조립은 주로 용접작업에 의함.
- ③ 작업장 내 서로 다른 협력업체가 상주하고 있으며 인력변동이 많음
- ④ 한정된 작업 공간 내에서 동시 다발적인 작업이 많으며, 특히 밀폐공간 작업이 많음
- ⑤ 선박 구조의 특성으로 작업 장소가 협소함

3 주요 화재·폭발 사고

3.1 용접·용단 작업 장소 주위 가연성 물질로 인한 화재

- 조선업은 여러 장소에서 동시다발적으로 용접작업이 이루어짐에 따라 용접불티 또는 고온의 용융물이 인근 혹은 아래의 가연물에 떨어져 화재 발생

재해개요



'15.8.24(월) 09:27분경 경남 거제시 소재 ○○(주) LPG운반선 내부에서 용단 작업 중 고온의 용융물이 작업장 아래의 폴리우레탄 보온재의 코팅 훼손부에 떨어져 화재가 발생(2명 사망, 7명 부상)

재해원인

LPG선박 내부에서 화재감시자 없이 용단작업 중 고온의 용융물이 폴리우레탄 코팅부가 손상된 보온재에 접촉하여 화재 발생

<참고> 보온재 화재시험 결과 코팅부위에 용접불티 접촉 시 ①코팅부위는 10분간 화재에 견디고 ②코팅이 없는 부분은 순식간에 화재발생

예방대책

- 작업 전 가연물(화재위험요인) 확인 및 제거
- 용접·용단 작업 전에 용접방화포 등 불티(고열물) 등의 비산방지조치 후 작업
- 화재 발생 시 작업자들이 신속하게 대피할 수 있도록 경보설비와 유도등 설치
- 화기작업 안전작업허가제 운영 및 화재감시인 배치(확인강화)

3.2 밀폐공간에 잔류된 유증기에 의한 폭발

- 블록이나 선체내부에서 도장작업 중 인화성 액체의 증기나 인화성 가스 등이 체류된 상태에서 화기작업 시 폭발 발생

재해개요	 '15.7.17(금) 07:50분경 전남 여수시 소재 ○○(주)에서 트롤어선의 방향타 고정을 위해 용접작업을 하던 중 내부에 잔류하고 있던 유증기가 폭발(1명 사망)
재해원인	폭발이 발생한 장소는 사고발생 전날 선체 하부 도장작업으로 인해 유증기가 있는 상태에서 용접불꽃이 점화원이 되어 유증기가 폭발 <참고> 사고발생 전날 선미하부에서 도장작업 후 뚜껑을 닫아 환기가 불충분하여 유증기가 잔류
예방대책	- 도장작업과 같이 가연성 가스 등이 발생할 수 있는 작업 후에는 유증기가 잔류하지 않도록 충분한 환기 실시 - 화기작업 전 가연성 가스농도 측정 후 작업

3.3 가스 호스 및 연결부위에서 인화성 가스 누설에 의한 폭발

- 용접·용단용으로 사용되는 LPG, 아세틸렌 등 인화성 가스가 호스 및 연결부위에서 누설되어 있는 상태에서 용접작업 중 폭발

재해개요	 '12.10.31(금) 08:10분경 전남소재 ○○(주) 바지선 블록 내부에 LPG가 누설된 상태에서 용접 작업 중 용접불꽃에 LPG가 점화되어 폭발 (2명 사망, 9명 부상)
재해원인	LPG호스의 연결부위에서 가스가 누설되는 상황에서 블록 내부(밀폐공간)에 충분한 환기 등의 조치를 취하지 않고 화기작업 중 폭발 <참고> 사고 당일 LPG 냄새가 났음에도 환기 및 연결부 확인 등 적절한 조치를 취하지 않고 작업을 진행하였음
예방대책	- 인화성 가스 취급 장소에는 가스검지기 및 경보설비 설치 - 가스 등의 취급 및 호스는 호스밴드, 클립 등의 조임기구를 사용하여 가스 등이 누설되지 않도록 조치 - 인화성 가스 취급 작업 전 손상, 마모, 누설여부 등을 점검(위험요인 제거 전까지 작업 중단)

3.4 산소사용으로 인한 화재

- 더위를 식히기 위해 공기보다 냉각효과가 큰 산소를 에어자켓에 사용하던 중 작업복에 불꽃이 튀어 화재 발생

재해개요	 '14.6.26(목) 11:30분경 전남 목포 ○○사업장에서 더위를 식히기 위해 에어자켓을 착용하고 산소를 주입하여 용접작업 중 불꽃이 작업복에 튀어 화재 발생(1명 사망)
재해원인	더위를 식히기 위해 사용되는 에어자켓은 공기를 사용하여야 하나, 냉각효과가 더 큰 산소를 연결하여 용접 작업 중 작업복에 불꽃이 튀어 화재발생 <참고> 에어자켓에 압축공기 대신 산소를 사용 시 압축공기보다 시원하나, 산소는 조연성가스로 작은 불씨에도 불이 잘 붙도록 도와주는 가스임
예방대책	- 산소와 압축공기의 접속기구(니플) 규격을 달리하여 산소를 사용하지 못하는 구조로 설치 - 가스배관에는 색상구분 및 표지 부착

4 안전 대책

4.1 작업 전 안전대책

(1) 잠재위험의 평가

- 화기작업을 수행하기 전, 주변 상황을 고려한 위험요인을 발견하고 다음 사항을 포함한 안전대책을 적절히 수립하여 시행
 - 화기작업 장소 주변에 위치한 가연물의 제거 또는 방호, 작업시간, 투입인원 소화기(설비) 및 비상대피로 등을 고려한 **안전대책 수립**
 - 선박 또는 블록내부에서 인화성 물질이나 가연성 가스를 사용하는 화기작업 시 **가스농도를 측정하고, 농도를 초과하는 경우 작업 금지**
 - 밀폐공간에서 유기용제를 이용한 도장작업을 하는 경우 **환기량 평가 및 측정** 실시(단, 통풍이나 환기를 위하여 산소, 질소 등 사용금지)

(2) 화재·폭발 위험성의 회피

- 인화성 물질을 취급하는 설비나 장소의 주변에 화기작업은 가능한 회피,

특히, 동일한 선박 또는 블록 내에서 도장작업과 화기작업 동시작업 금지

(3) 작업 전 위험물 제거

- 작업공간에 인화성 물질, 보온재 등 **가연물**이 존재할 경우 **제거**하거나 **불연성 불받이포** 등으로 **방호**
- 가스호스는 사용 전 **누설여부를 확인**하여 누설 및 손상된 것은 폐기
- 인화성 물질을 취급하거나 도장작업 등 유기용제를 사용한 장소는 작업 전 가스농도를 측정하고 안전이 확인 된 후 작업 실시
 - 작업 중 수시로 **가스농도를 측정하여 허용농도를 유지**하고, 허용농도를 초과할 경우 즉시 작업을 중지하고 원인규명 후 안전이 확보된 후 작업 실시

(4) 화기작업허가서 발행 · 관리

- 화기작업 시 아래의 사항을 포함한 현장의 위험성을 직접 확인, 사전 안전 조치 사항 등을 충분히 점검한 후 **화기작업 승인**
 - 작업구역설정, 가스농도 측정, 환기(밀폐공간), 불받이포 설치, 화재감시인 배치계획, 소화설비 배치계획, 주변작업 고려 등

4.2 작업 중 안전대책

(1) 화재예방을 위한 안전대책

- 화기작업 장소는 **관계자 외 출입금지 조치** 및 표지판 설치
- 불필요한 **가연성 물질은 화기작업 영역 밖으로 이동**
- 작업 중 용접불티 및 고온용융물에 의한 화재가 발생하지 않도록 **비산방지판** 또는 **불받이포** 설치
- 도장작업과 화기작업 동시작업 금지
- 화기작업 인근에는 **화재감시인 배치**
 - 화재감시자 배치 MAP을 작성, 배치
 - 화재감시자의 역할 준수(화염원 제거, 비산방지판 설치 상태 확인 등)
 - 화재감시자가 감시지역을 벗어날 시에는 **대체 감시자 배치**

(2) 화재 발생 시 피해최소화 대책

- 선박내부 작업을 수행하는 작업자에게 화재발생 사실을 신속하게 알릴 수 있도록 **경보설비**를 설치하고 안전하게 대피할 수 있도록 **유도등** 설치
 - 경보설비는 선박내부에 작업하는 전체 작업자가 알 수 있도록 설치
 - 유도등은 화재로 인해 정전, 연기 발생 시에도 충분히 보일 수 있도록 설치



【유도선 및 유도등】



【비상문 표시】

- 화재의 초기진화를 위하여 **소화기** 및 **소화설비** 설치
 - 보행거리 20m이내의 어느 장소에서나 소화기를 사용할 수 있도록 배치
 - 통행 또는 피난에 지장이 없는 장소에 배치
 - 바닥에서 높이 1.5m이하의 위치에 배치
 - 잘 보이고 사용이 쉬운 장소에 배치(소화약제의 변질이 우려되는 장소 제외)
 - 옥외에 배치 시 빗물 및 직사광선을 피할 수 있도록 보관
 - 원거리에서 소화기를 식별할 수 있도록 표시판 부착
 - 매월 1회 소화기 점검 실시
- 가연성 가스를 사용하는 용접 · 용단에 사용되는 매니폴더 관리
 - 가스종류별 **니플 및 커플링**을 서로 다른 규격으로 사용
 - 가스호스 연결부분은 호스밴드, 클립 등의 **전용 조임기구** 사용
 - 가스배관의 밸브와 콕에는 사용하는 작업자의 **명찰** 부착
 - 가스의 종류별 서로 **다른 색상의 배관 및 호스** 사용



【배관의 다른 색상】



【사용자 명찰 부착】

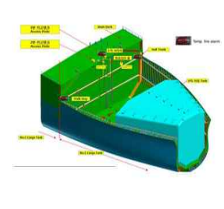
가스종류	색상
아세틸렌	황 색
에틸렌	연황색
프로판	적 색
산소	녹 색
탄산가스	청 색
공기	회(흑)색

【스프링클러 배관 색상(예시)】

- 선박내부에서 화재 발생 시 대피할 수 있도록 비상대피로 확보



【비상대피로 확보】



【선박의 주요 대피로】

- 비상탈출구, 대피로, 소화전 배치 위치, 화재위험 장소에 대한 안내표지판을 주 출입구에 부착

(3) 작업환경 변화에 대한 지속적인 모니터링과 점검

- 도장작업이나 용접작업이 지속됨에 따라 주변 환경이 변할 수 있으므로 가스농도 측정 등 안전조치 사항을 수시 확인
 - 특히, 환기가 불충분한 선박 또는 블록 내부에서 작업 시 가스농도 수시 측정



【가스호스 누설시험】



【가스호스 교체】



【가스농도 측정】

- 이상 징후 발견 시 즉시 작업을 중단하고 안전하게 대피 후 원인을 규명하여 개선조치 후 안전이 확보된 상태에서 작업 실시
- 화기작업 중 휴식 등의 이유로 작업을 중단하고 다시 작업을 시작하는 경우에 가스농도를 측정하고 허용농도 이하임을 확인 후 작업 실시

4.3 비상대책 및 교육

(1) 작업 전 교육

- 화기작업을 수행하기 전에 **안전작업계획**을 작성, 작업자에게 충분한 교육 실시
 - 해당 작업에 사용되는 설비·물질 등의 위험성 및 취급방법
 - 작업순서 및 안전작업 절차, 동일 장소에서 혼재작업 위험성 인지
 - 소화기 및 소화전의 위치 확인, 사용방법 숙지
 - 화재발생 시 비상대피로 및 대피경로 사전 확인
 - 화재발생 시 경보시스템 동작 및 화재전파 방법 등

(2) 비상조치계획에 따른 훈련

- 사내소방대를 활용한 도크 및 안벽 접안 선박에 대한 **소방훈련**(대피훈련, 인명구조, 소화활동 등) 실시
- 소화기 및 소화설비 사용방법에 대한 현장 실습교육 실시
- 관리감독자의 작업 전 점검 및 TBM 활동 시 **위험요소 인지 훈련**

4.4 관리적 측면

- 선박 또는 블록에서 화기작업이 이루어지는 경우 **안전담당부서와 생산부서간의 교차확인**으로 안전조치가 누락되는 위험성 차단
- 외부 협력업체 작업자가 화기작업을 실시하는 경우, 작업자가 화기작업계획서의 내용을 충분히 숙지하고 있는지 확인
 - 감독자를 배치한 후에 작업이 진행되도록 관리감독 강화
- 동일장소에 다수의 협력업체가 동시 작업 시 상호간에 **작업내용 및 위험정보 공유**

4.5 화재예방 안전수칙

- 용접 및 용단작업은 가연성 또는 인화성 물질이 없어서 **화재가 발생할 우려가 없는** 지역에서 실시하는 것을 원칙으로 함
- 위험물질을 보관한 배관, 용기, 드럼에 대한 용접 및 용단작업 시 내부에 화재나 폭발 위험물질이 없는 것을 확인 후 작업 실시
- 불티 비산거리내에는 기름, 도료, 걸레, 내장재 조각 등 가연성 물질과 폐기물 등이 없도록 조치하여야 함
- **감시가 가능한 위치에 화재감시인을 배치**하고, 화재감시인은 정위치에서 업무수행
- 불티 비산거리 내에 작업장의 바닥 틈새 또는 덕트의 개구부가 있는 경우 밀폐하여 불티가 인접지역으로 비산하는 것을 방지
- 바람의 영향으로 용접 및 용단불티가 운전중인 설비근처로 비산할 가능성이 있을 때 작업 중단
- 화재의 종류에 적합한 소화기를 비치하고 설치된 소화기는 사용가능 상태로 유지하여야 함
- 그리스, 유류, 인화성 또는 가연성 물질이 덮여있는 표면에 용접작업 금지
- 통풍, 냉각 또는 옷에 묻은 먼지를 털어내기 위해 **산소사용 금지**
- 용접 작업자는 내열성의 장갑, 앞치마, 안전모, 보안경 등의 보호구 착용
- 가연성 가스나 유기용제의 존재 여부 및 산소결핍 여부를 작업 전이나 작업 중에 지속적으로 측정
- 작업 중에 **지속적인 환기** 실시

4.6 작업자 준수 사항

(1) 화기 작업 전

- 해당 작업에 사용되는 설비·물질 등의 **위험성 및 취급방법을 사전에 숙지**
- 작업순서 및 안전작업 절차, 동일 장소에 다른 작업자의 작업내용 등을 사전에 인지
- 소화기 및 소화설비 위치 확인
- 화재 발생 시 대피하기 위한 **비상대피로 및 대피경로를 사전에 확인**

- 위험요인 발견 시에는 상급자에게 즉시 보고

(2) 화기 작업 시

- 안전작업 절차대로 작업 수행(임의 작업 금지)
- **작업 중 이상 발생 시에는 즉시 상급자에게 보고**
- 관리감독자나 화재감시인 등의 지시에 적극 협조

(3) 화기 작업 후

- 사용한 기계·기구, 재료 등을 **정리정돈**하여 전용 보관장소에 보관
- 가스밸브는 모두 잠그고 매니폴더와 연결된 가스호스는 분리하여 환기가 양호한 지정공간에 보관

(4) 화재 발생 시

- 화재가 발생하면 ‘불이야’라고 큰소리로 외쳐 다른 작업자에게 알림
- 초기 진화가 가능하면 소화기로 진화
- 초기 진화가 곤란하면 비상대피로로 신속히 대피(평소 훈련을 통한 습관화 필요)

5 안전 점검 표

<아래의 안전점검표는 조선업의 화재·폭발예방을 위한 사전 점검용으로 작성된 것이므로 이를 참고하여 사업장 특성에 맞게 작성하여 활용하시기 바랍니다.>

5.1 화기작업

NO	점 검 항 목	점검방법	점검결과		조 치 결 과
			양호	불량	
1	각종 호스와 취관은 손상·마모가 없는가?	육안·기기 점검			
2	호스밴드 및 호스클립의 체결상태는 양호한가?	육안점검			
3	작업장 주변에 인화성·가연성 물질은 제거하였는가?	육안점검			
4	작업 시 불발이포를 사용하는가?	육안점검			
5	화재감시인은 적절한 위치에 배치되어 화재 발생 요인을 감시 하고 있는가?	서류 및 육안점검			
6	밀폐공간에서 용접 작업 시 환기설비가 설치되고 충분한 환기 후 작업하는가?	육안점검			
7	작업 전 가스농도를 측정한 후 작업하는가?	기기점검			
8	작업 종료 또는 휴식 시 가스밸브를 잠그고 가스 호스 및 배관을 분리하는가?	육안점검			

5.2 비상대피

NO	점 검 항 목	점검방법	점검결과		조 치 결 과
			양호	불량	
1	비상대피로는 확보되어 있는가?	육안점검			
2	선내 작업자를 위한 유도등은 설치되어 있는가?	육안점검			
3	비상통로 표시판은 선내에서 안전한 장소까지 적절하게 표시되어 있는가?	서류 및 육안점검			
4	비상탈출 훈련은 주기적으로 실시하고 있는가?	서류점검			
5	진수 후 외판작업자를 위한 구명환 또는 구명의 등 구조를 위한 장구는 적절한 장소에 비치되어 있는가?	육안점검			
6	긴급구조 구난을 위한 시설 및 이에 필요한 산소 호흡기 등 장비는 확보되어 있으며 관계자에 대한 교육은 실시하고 있는가?	서류 및 육안점검			
7	응급조치교육 및 훈련은 주기적으로 실시하는가?	서류점검			

<참고자료>

《화기작업허가승인서(예시)》

작성일시

□ 화기 작업 현황

작업일시	
작업구역	
작업내용	
작업조직	
작업책임자	(서명)
작업자 성명	

□ 작업 전 조치사항

No.	확인사항	확인결과
1	다른 작업공정과 업무협의 및 혼재 작업에 따른 문제점은 없는가?	
2	환기 및 배기 상태는 양호한가?	
3	작업장 주변 소화기 또는 소화설비가 비치되어 있는가?	
4	작업 전 가연성 가스는 측정하고 작업하는가?	
5	작업장의 조명상태는 적절한가?	
6	안전복장 및 보호구의 착용상태는 적절한가?	
7	작업자의 건강상태는 적절한가?	
8	화재 비상상황 발생 시 대피로는 적절한가?	
9	작업특성(인적·물적·환경)을 고려한 위험요인에 대한 안전교육을 실시하였는가?	
10	이면 확인 및 주변의 인화물질 확인, 감시자 배치가 되었는가?	
11	불발이포, 방화포 등의 화재예방조치는 적절한가?	
12	주변의 도장, 청소작업 등에 영향은 없는가?	

□ 가스농도 측정 결과

측정시간	산소	가연성	측정시간	산소	가연성

* 가스농도 측정은 작업 시작 전·휴식 및 점심시간 후·교대 근무 시 측정하여 기록

* 산소농도 측정결과가 19.5% 미만 또는 22.0% 초과 시에는 즉시 작업을 중지하고 안전조치 실시

안전조치 확인	감독자: (인) 안전담당자: (인)	작업완료 확인 완료시간: 월 일 시 분 확인자: (인)
---------	------------------------	--------------------------------------

작업승인서 관리사항	① 승인서는 작업현장에 게시 ② 작업 전 안전 조치사항 현장 확인 후, 작업감독자(반장) 서명함 ③ 작업승인서에 안전담당자는 현장 모니터링 후 종합 서명하여야함
---------------	---