

조선업 신규입사자 재해예방 교안

용접작업



Contents

01 용접작업 개요

- 1-1 작업 개요
- 1-2 작업 구분

02 용접작업 공정

- 2-1 작업 공정
- 2-2 세부 작업 공정
- 2-3 주요 유해위험요인

03 용접작업 안전수칙

- 3-1 안전보건표지
- 3-2 보호구 착용
- 3-3 물질안전보건자료 및 제품 경고표시
- 3-4 작업장 바닥·통로
- 3-5 고소작업대
- 3-6 곤돌라
- 3-7 중량물 고정 및 가용접
- 3-8 용접작업의 안전보건
- 3-9 가스용접(용단)
- 3-10 아크용접
- 3-11 휴대용 연삭기(그라인더)

1 용접작업 개요

1-1 작업 개요

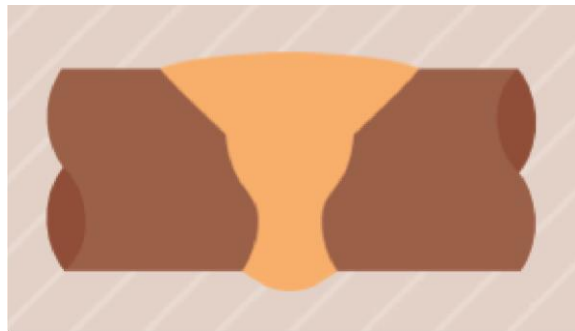
1-2 작업 구분



용접작업이란?

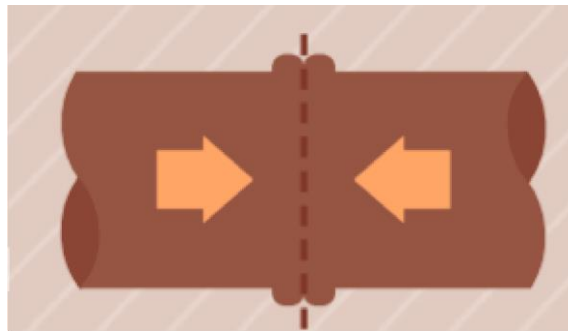
- 맞대어 붙인 금속(모재)을 열원(용접기)으로 가열해 붙이는 작업으로 야금적 조작용에 따라 3가지로 분류할 수 있음

용접



접합부를 용융 또는 반용융상태로 만들고 여기에 용접봉 등을 넣어 접합

압접



접합부를 적당한 온도로 가열 또는 냉각한 상태에서 압력을 줘 접합

압땀



붙이고자 하는 물체보다 용융점이 낮은 금속을 녹여 접합부 사이의 표면장력에 의한 흡인력으로 접합

- 조선업에서 사용하는 부재의 대부분은 금속재로 선박의 부재, 블록 등의 조립공정* 대부분을 용접으로 진행

* 부재 및 블록의 크기 등에 따라 소조립, 중조립, 대조립으로 나뉨

취부작업이란?

- 본 용접을 하기 전 각종 부재(철판 등)의 정확한 접합 위치를 선정하고 임시로 고정하는 작업
- 부재 고정을 위해 주로 가용접(tack welding) 실시



부재 용접, 취부 작업

조선업 용접작업의 특징

중량물 넘어짐

크레인 및 각종 고정공구(치공구), 취부용접 등으로 고정된 철판이 넘어지면서 작업자가 깔릴 가능성 존재

떨어짐

블록 내·외부의 협소한 작업 공간, 안전 시설물이 설치되지 않은 임시 작업발판, 블록 상부 등 높은 곳에서의 작업으로 인해 작업자가 아래로 떨어질 가능성 존재



블록 상부 용접



작업발판 위 용접

조선업 용접작업의 특징

화재·폭발

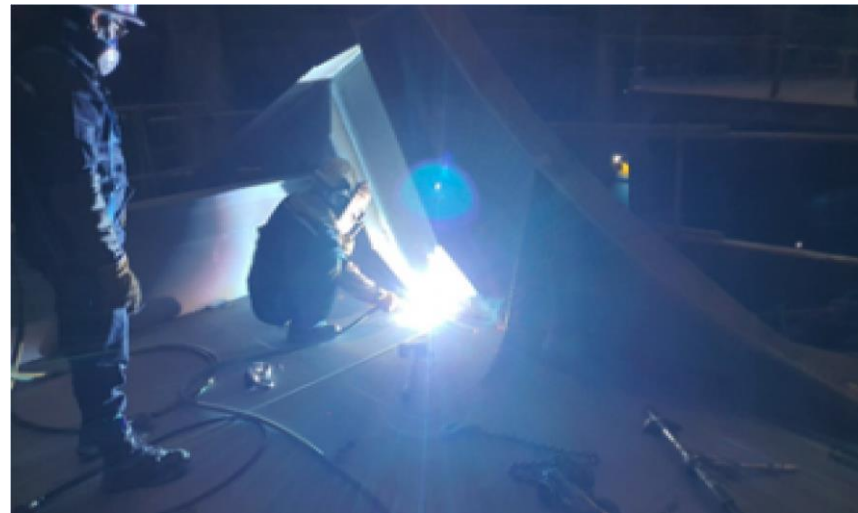
연료용 가스, 도장 후 현장에 잔류하는 유증기, 가연성물질 등에 용접 열 및 불티가 점화원으로 작용

질식·중독

블록 내 밀폐공간 출입 및 작업 시 산소농도 감소에 의한 질식 및 용접흄 등에 의한 중독 위험

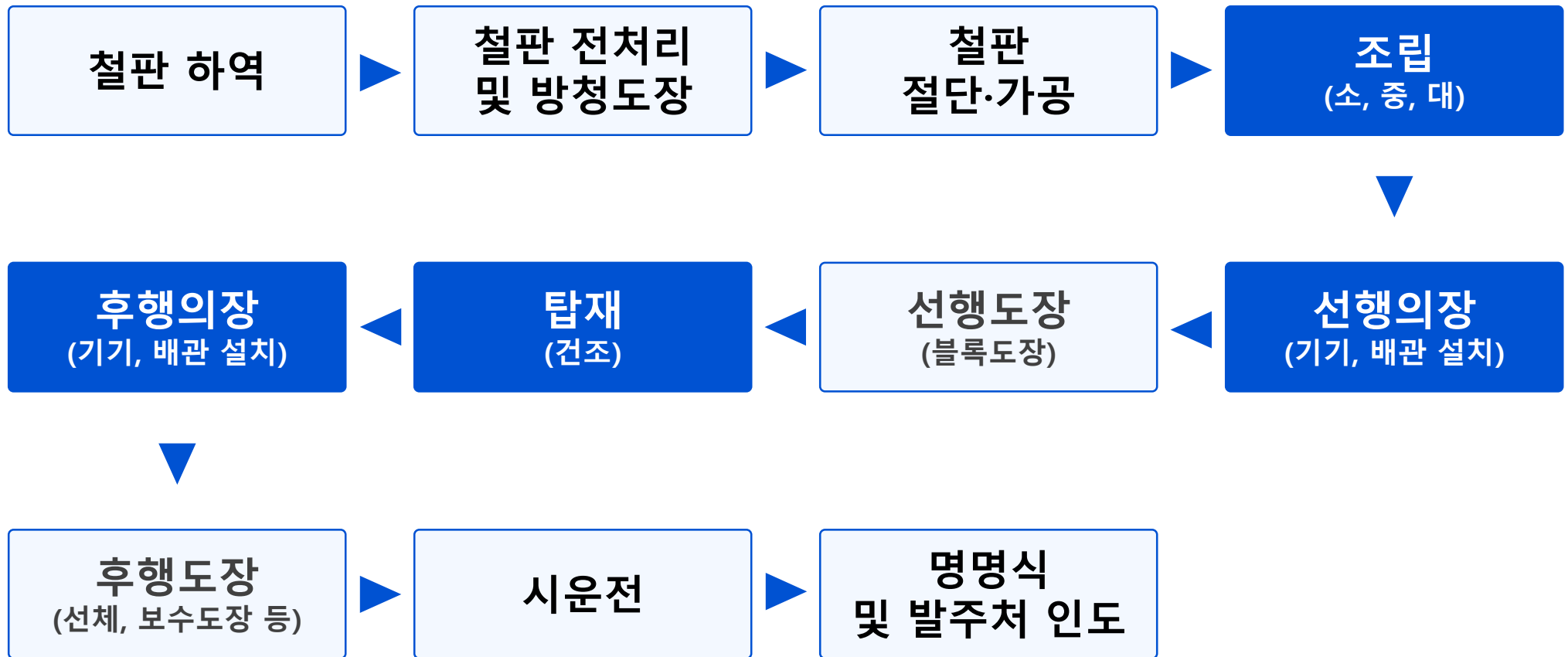


아크용접



블록 내부 용접

선박건조 공정(전체)



※ 위 선박건조공정은 일반적인 공정을 나타낸 것으로 현장 상황 등에 따라 달라질 수 있음

공정별 주요 용접의 종류

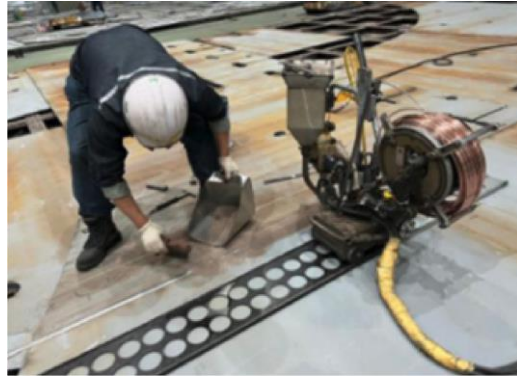
조립	공정	내용
SAW용접 (Submerged Arc Welding)	조립	<ul style="list-style-type: none"> - 선박 블록용 주판 용접 및 형강을 부착하는 공정*에서 사용 * 소조립, 중조립 - (자동용접) 레일 위를 주행대차가 이동하며 용접 - (갠트리로봇 용접) 로봇이 자동으로 이동하며 용접(CO₂ 용접 응용)
EGW용접 (Eletro Gas Welding)	탑재	<ul style="list-style-type: none"> - 수직 이음부를 용접 케리지가 레일을 따라 이동하며 용접 - 보호가스로 CO₂ 사용
CO₂용접 (CO ₂ Gas Arc Welding)	조립 탑재	<ul style="list-style-type: none"> - 선박건조 공정에서 이뤄지는 대부분의 용접작업에서 사용

공정별 주요 용접의 종류

조립	공정	내용
TIG용접 (Tungsten Inert Gas Welding)	의장 (배관)	- 배관 용접작업에서 사용 - 보호가스로 아르곤(Ar) 가스 사용
피복아크용접 (직류·교류) (Shield Metal Arc Welding)	기타	- 일반적인 아크용접
가스용접(용단) (Gas welding)	기타	- 산소와 각종 가스를 혼합해 연소시킨 열로 금속을 붙이거나 잘라내는데 사용

※ 이번 교안은 인력으로 실시하는 용접작업을 기준으로 서술

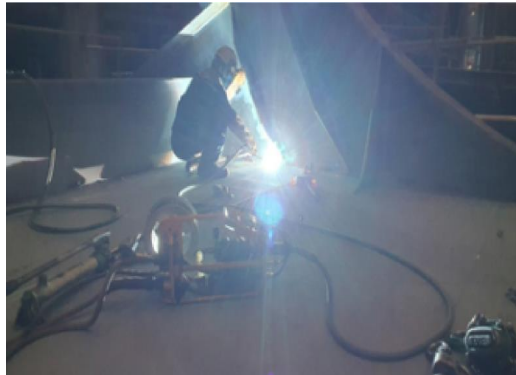
용접작업 사진



SAW용접(자동용접)



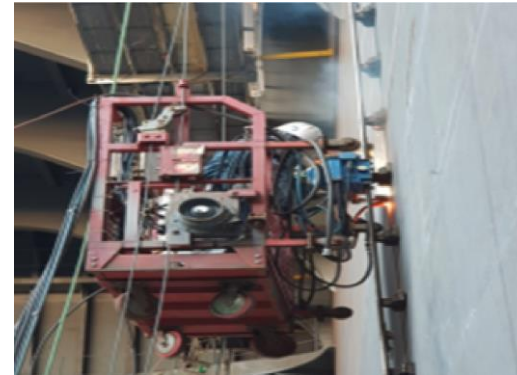
로봇용접



CO₂용접



TIG용접



EGW용접

2

용접작업 공정

2-1 작업 공정

2-2 세부 작업 공정

2-3 주요 유해위험요인



용접작업 공정표

① 작업 준비

- 절단·가공이 완료된 자재 입고 및 작업 위치 안착
- 용접기 등 준비

② 중량물 고정 및 가용접

- 용접대상 부자재 고정
- 가용접(취부용접) 실시
- 용접 작업면 클리닝
- 작업에 따라 불활성 가스를 활용한 퍼징 실시

③ 본용접

- 가용접(취부용접)이 완료된 부위에 대한 본 용접 실시

④ 마무리 작업

- 용접면 마무리 작업 및 클리닝 실시

※ 작업 특성에 따라 세부공정은 달라질 수 있음

① 작업준비

구분	내용
개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 절단·가공이 완료된 부자재 입고 및 작업위치 안착 ○ 작업에 필요한 각종 도구 준비 및 설치 <ul style="list-style-type: none"> - (밀폐공간) 블록내부 작업 시 환기팬, 조명 등 설치 ○ 현장 상황에 따라 작업발판 확보(블록 측면 등)
개인보호구	○ 안전모, 안전화, 안전대, 방진마스크 등
사용장비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 지게차, 화물자동차, 각종 크레인, 고소작업대, 곤돌라 등 ○ 용접기 및 각종 수공구, 레버풀러 등 치공구 등
부자재	○ 선박 블록·배관 등 용접 대상 부자재



작업발판 설치

부재, 자재 입고
(천장크레인)부재, 자재 입고
(지게차)

용접기 등 작업도구 준비

② 중량물 고정 및 가용접

구분	내용
개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 천장크레인, 치공구, 지지대, 취부 지그 등으로 용접대상 부자재 고정 ○ 수직으로 고정한 부자재 가용접 실시 ○ 작업 종류에 따라 용접대상 부자재 클리닝 실시 ○ 배관 내부를 아르곤 등 불활성가스로 퍼징
개인보호구	○ 안전모, 안전화, 안전대, 방진마스크, 보안면, 용접용 안전장갑·작업복·앞치마, 환기팬 등
사용장비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 크레인, 고소작업대, 곤돌라 등 ○ 용접기, 각종 수공구, 레버풀러 등 치공구 등
부자재	○ 선박 블록·배관 등 용접대상 부자재, 불활성가스, 용접봉 등



수직부재 고정(지지대)



배관 등 고정



③ 본용접

구분	내용
개요	<ul style="list-style-type: none"> ○ 고정된 부자재 본용접 실시 ○ 밀폐공간 내부 진입이 필요한 경우 산소·유해가스 농도 측정 후 진입
개인보호구	○ 안전모, 안전화, 안전대, 방진마스크, 보안면, 용접용 안전장갑·작업복·앞치마, 환기팬 등
사용장비	<ul style="list-style-type: none"> ○ 크레인, 고소작업대, 곤돌라 등 ○ 용접기, 각종 수공구, 레버풀러 등 치공구 등
부자재	○ 선박 블록·배관 등 용접대상 부자재, 불활성가스, 용접봉 등



고소작업대 위 용접



곤돌라 위 용접



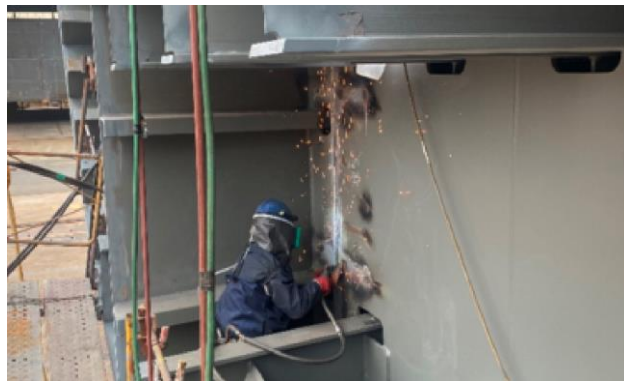
배관용접



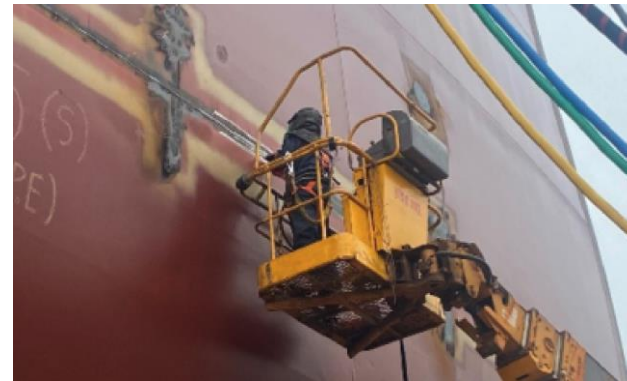
블록내외부 용접

④ 마감작업

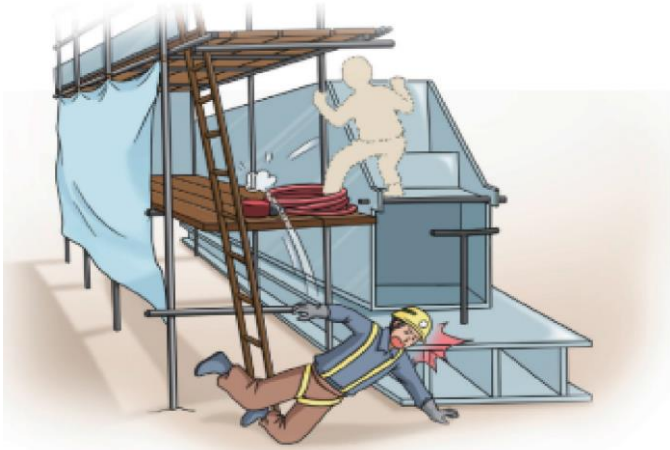
구분	내용
개요	○ 용접면 마무리(사상) 작업
개인보호구	○ 안전모, 안전화, 안전대, 보안경, 방진마스크 등
사용장비	○ 고소작업대, 곤돌라, 휴대용 연삭기(그라인더) 등
부자재	-



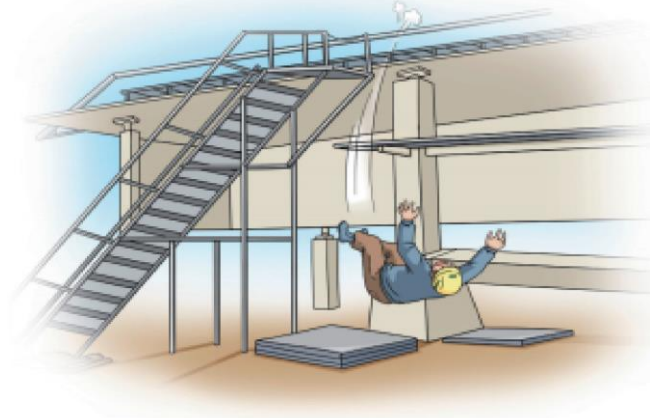
휴대용 연삭기(그라인더) 작업



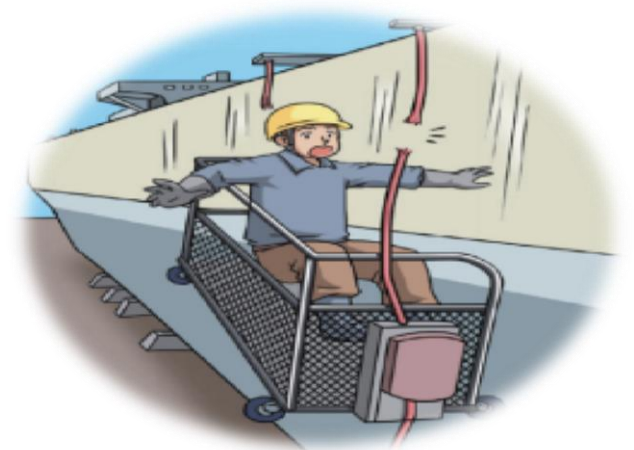
고소작업대



비계 작업발판(죽장)에서
떨어짐



블록 상부에서 떨어짐



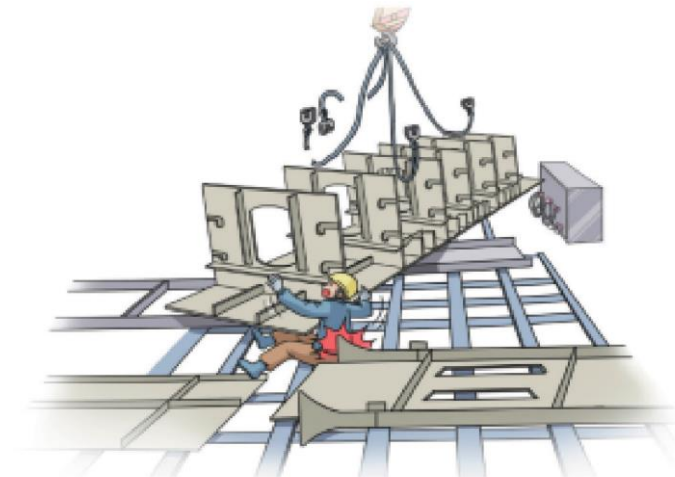
곤돌라에서 떨어짐



고소작업대에서 떨어짐



고소작업대와 구조물 사이 끼임



부재에 부딪힘.끼임.깔림



넘어진 부재에 끼임·깔림



지게차 등에 부딪힘



연삭숫돌 파편에 맞음



연삭숫돌에 베임



전기기기 사용 중 감전



아크용접 중 감전



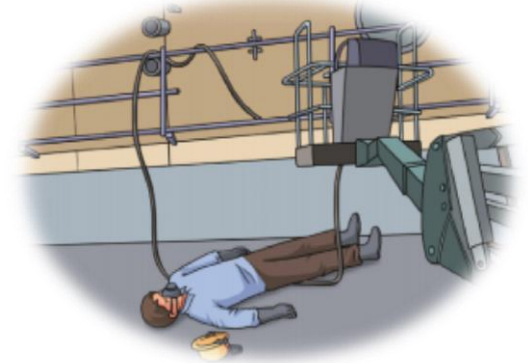
용접불티로 인한 화상



용접 불티가 유류에
튀어 화재·폭발



밀폐공간 작업 중
화재·폭발



밀폐공간 질식



용접흡 흡입, 중금속 중독



소음 노출로 청력 손상



부적절한 작업자세, 중량물 인력 운반 등으로
인한 근골격계질환



3 용접작업 안전수칙

3-1 안전보건표지

3-2 보호구 착용

3-3 물질안전보건자료 및 제품 경고표시

3-4 작업장 바닥·통로

3-5 고소작업대

3-6 곤돌라

3-7 중량물 고정 및 가용접

3-8 용접작업의 안전보건

3-9 가스용접(용단)

3-10 아크용접

3-11 휴대용 연삭기(그라인더)

안전보건표지란?

- 산업안전보건법에 따라 유해하거나 위험한 장소·시설·물질 등에 대한 경고, 비상시 대처를 위한 지시·안내 등을 그림과 기호, 글자로 나타낸 표지
- 작업자는 현장의 유해위험으로부터 자신을 보호하기 위하여 표지의 의미를 이해하고 지시하는 사항을 따라야 함



금지표지(8종)

- 작업자의 행위를 금지하는 표지



출입금지



보행금지



차량통행금지



사용금지



탑승금지



금연



화기금지



물체이동금지

경고표지(15종)

- 현장에 존재하는 각종 유해위험에 대한 경고 표지



인화성물질 경고



산화성물질 경고



폭발성물질 경고



금성독성물질 경고



부식성물질 경고



방사성물질 경고



고압전기 경고



매달린 물체 경고

경고표지(15종)



낙하물 경고



고온 경고



저온 경고



몸균형 상실 경고



레이저광선 경고



발암성·변이원성·생식
독성·전신독성·호흡기
과민성 물질 경고



위험장소 경고

지시표지(9종)

- 현장 유해위험에 대응할 수 있는 보호구를 착용할 것을 지시하는 표지



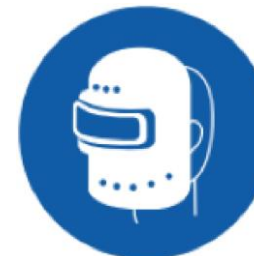
보안경 착용



방독마스크 착용



방진마스크 착용



보안면 착용



안전모 착용



귀마개 착용



안전화 착용



안전장갑 착용



안전복 착용

※ 위 표지 외에도 다양한 보호구 착용 표지 존재

안내표지(8종)

- 비상 시 대피장소 안내 등 대처사항을 안내하는 표지



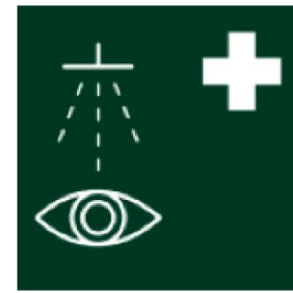
녹십자표지



응급구호표지



들것



세안장치



비상용기구



비상구



좌측비상구



우측비상구

관계자외 출입금지(3종)

- 신체에 영향을 줄 수 있는 화학물질 등을 취급하는 장소임을 알리고 관계자외 임의 출입을 차단하기 위한 표지

허가대상물질 작업장

관계자외 출입금지

(허가물질 명칭)
제조/사용/보관 중

보호구/보호복 착용
흡연 및 음식물
섭취 금지

석면취급/해체 작업장

관계자외 출입금지

석면 취급/해체 중

보호구/보호복 착용
흡연 및 음식물
섭취 금지

금지대상물질의 취급 실험실 등

관계자외 출입금지

발암물질 취급 중

보호구/보호복 착용
흡연 및 음식물
섭취 금지

보호구란?

- 현장의 각종 유해위험으로부터 신체를 보호하기 위해 착용 (작업자 개인별 지급)
- 관리감독자, 안전관리자, 보건관리자 등의 보호구 착용 지시와 현장에 부착되어 있는 보호구 착용 지시 표지를 따라야 함
 - 작업 중 임의로 보호구를 벗지 않도록 함
- 보호구가 성능을 제대로 발휘할 수 있도록 올바르게 착용
- 보호구 사용 및 관리 방법은 보호구 제조사의 사용설명서 참조



안전모 착용 지시



보안경 착용 지시




안전장갑 착용 지시



방독마스크 착용 지시

보호구란?

- 아래의 보호구는 반드시 산업안전보건법에 따라 성능을 인증 받은 제품 사용
- 산업안전보건법에서 성능을 인증 받는 종류 외의 보호구는 제품 사양, 용도 등을 고려해 적합한 것을 사용

구분	보호구 종류	인증 표시
안전인증 보호구	1.안전모(떨어짐 및 감전 위험방지용) 2.안전화 3.안전장갑 4.방진마스크 5.방독마스크 6.송기마스크 7.전동식호흡보호구 8.보호복 9.안전대 10.차광 및 비산물 위험방지용 보안경 11.용접용 보안면 12.방음용 귀마개 또는 귀덮개	
자율안전확인 보호구	안전인증 대상 보호구 이외의 1.안전모 2.보안경 3.보안면	

보호구의 안전한 사용

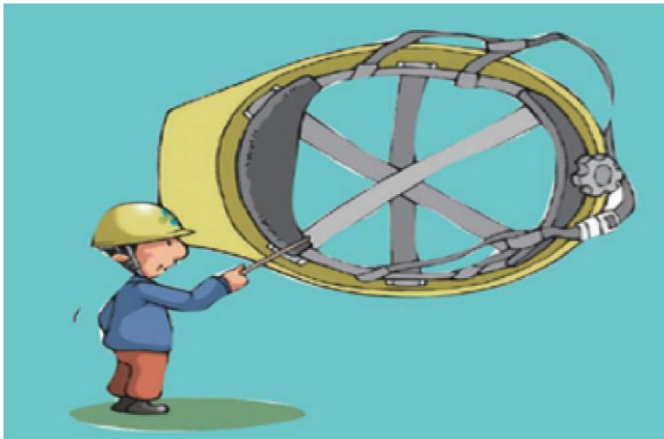
- 안전모(머리 보호, 감전 방지)
 - 자신의 머리 크기에 맞게 나사 및 부속품(착장체)을 조절해 착용
 - 착용 후 턱끈을 조여 벗겨지지 않도록 함
 - 착용 중 안전모가 충격을 받거나 변형되면 폐기
 - 턱끈 등을 인증되지 않은 부품으로 교체하지 않음

성능 \ 종류	A형	AB형	AE형	ABE형
물체 맞음 경감	○	○	○	○
내전압성(감전)	-	-	○	○
떨어짐 위험 경감	-	○	-	○

※ 다양한 위험에 대응하기 위해 ABE 안전모 사용 권장

보호구의 안전한 사용

- 안전모 착용 방법



① 턱끈 등 부품 이상 여부 확인



② 착용자 머리 크기에 맞게 조절



③ 턱끈 사이에 귀가 위치하도록 착용



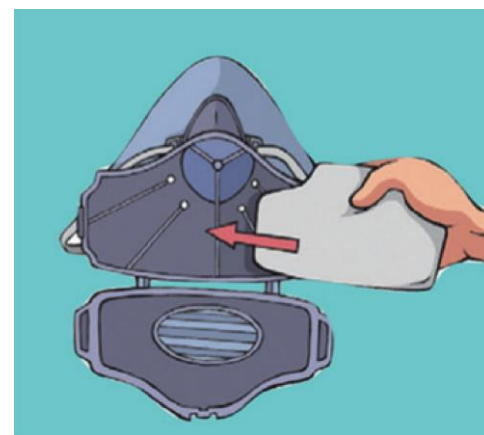
④ 턱끈을 견고히 조여서 고정

보호구의 안전한 사용

- 방진마스크(분진, 흙 흡입 예방)
 - 분진 포집효율에 따라 특급, 1급, 2급으로 구분
 - 사용 전 흡기·배기밸브 기능과 공기 누설 여부 점검
 - 필터를 수시로 확인해 습하거나 흡기·배기 저항이 크면 교체
 - 방진마스크와 얼굴 사이로 분진, 흙 등이 유입되지 않도록 착용
 - 산소농도가 18%미만인 장소에서 사용금지
 - 전동식 후드, 전동식 보안면도 동일 기준으로 사용



안면부 여과식



반면형(필터교체용) 예시

보호구의 안전한 사용

- 방진/방독마스크 착용 방법



- ① 마스크를 얼굴 위에 대고 머리끈을 머리 위로 넘겨 목 뒤에서 목끈의 고리를 결합



- ② 방독마스크가 밀착되도록 목끈을 당겨서 조절



- ③ 손바닥으로 배기밸브를 막고 숨을 내쉬면서 공기가 새지 않는지 검사



- ④ 손바닥으로 정화통을 막고 숨을 들이쉬면서 공기가 새지 않는지 검사

보호구의 안전한 사용

- 보안경, 보안면(안면부 보호, 유해광선 차단)
 - 각종 물체, 유해광선 등으로부터 눈, 안면부를 보호할 수 있는 충분한 성능*을 가지며 작업 형태에 적합한 것 사용
 - * 보안경, 용접필터의 차광번호가 높을수록 유해광선 차단효과가 높음
 - 렌즈에 흠, 더러움, 깨짐 등 각종 파손 및 부식이 발견되면 교체



헬멧형 보안면



헬멧형 보안면



아크광 차단

보호구의 안전한 사용

- 보안경, 보안면(안면부 보호, 유해광선 차단)
 - 착용 시 거리감이 불량하거나 이물감 등이 느껴지면 교체
 - 작업자가 두 손을 자유롭게 사용해야 할 경우 헬멧형 사용



헬멧형 보안면



헬멧형 보안면



아크광 차단

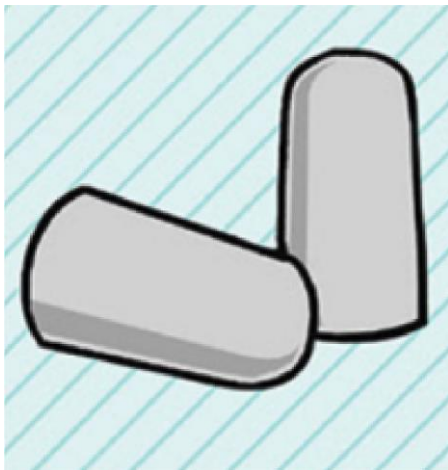
보호구의 안전한 사용

- 용접장갑, 앞치마, 보호복, 발 덮개 등(신체보호)
 - 용접 불티가 붙어도 화재가 발생하지 않거나 지연될 수 있도록 방염, 난연 성능을 가진 것 사용



보호구의 안전한 사용

- 귀마개, 귀덮개 등 방음보호구(청력보호)
 - 사용설명서에 명시된 귀마개, 귀덮개 성능 확인
 - 귀마개가 자신의 귀에 맞는지, 귀덮개가 귀보다 커서 귀를 짓누르지 않는지 확인
 - 오염되거나 더러워지면 교체



폼타입 귀마개



재사용 귀마개 예시



귀덮개 예시

보호구의 안전한 사용

귀마개, 귀덮개 착용 방법

귀마개



① 귀마개를 돌려가면서 압축



② 귀를 잡고 당긴 상태에서 귀마개를 완전히 밀어 넣음



③ 착용 후 15초 정도 눌러 튀어나오지 않도록 함

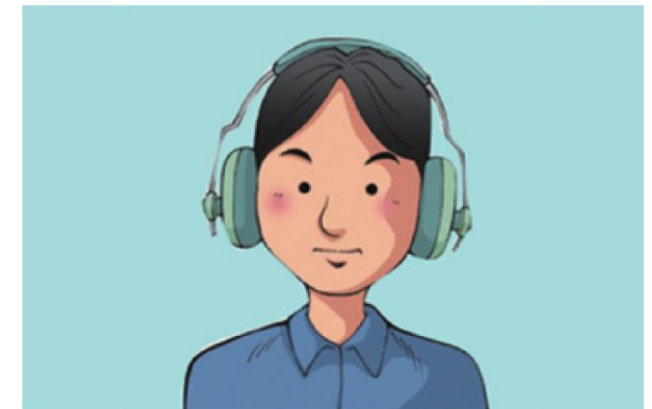
귀덮개



① 귀덮개 착용 전 점검



② 머리 크기에 맞도록 귀덮개 조절대 조정



③ 귀 전체를 덮어 착용

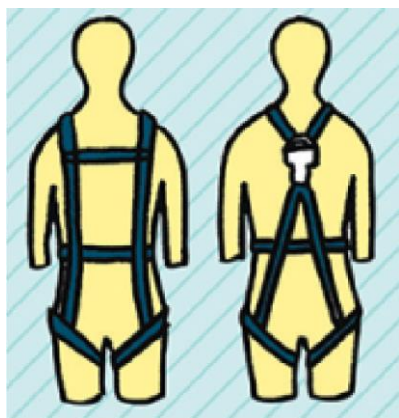
보호구의 안전한 사용

- 안전대 및 안전대 부착설비(추락방지)
 - 안전대를 착용 후 지상에서 체중을 걸고 각 부품의 이상 유무 확인
 - 작업상황에 적절한 안전대를 사용하며, 안전대 짐줄은 반드시 등 부위의 D링과 연결
 - 추락으로 인한 충격을 분산시킬 수 있도록 일반적인 작업 상황에서는 그네식 안전대 사용 권장
 - 안전대의 짐줄이 예리한 구조물 등에 접촉되지 않도록 함

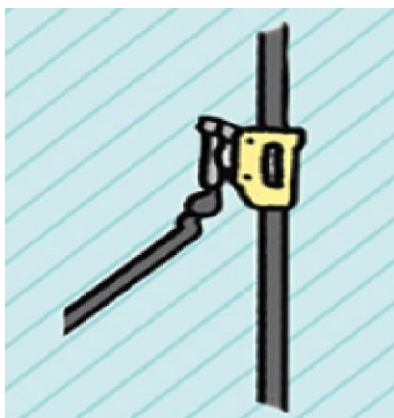
보호구의 안전한 사용

- 안전대 및 안전대 부착설비(추락방지)
 - 로프 소선의 손상 및 재봉부분 이완 등 안전대 부품의 심각한 손상이 있는 경우, 추락 상황에서 사용된 경우 즉시 폐기
 - 안전대를 착용 후 반드시 안전대 부착설비*에 걸어서 사용

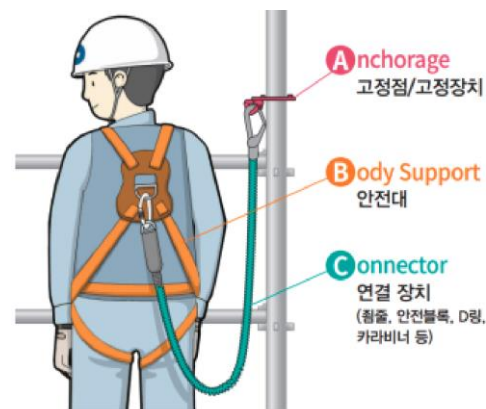
* 수직작업의 경우 안전대를 수직구멍줄에 설치된 추락방지대에 연결



안전대(안전그네식)



추락방지대



올바른 안전대 착용 ABC

보호구의 안전한 사용

■ 안전대(그네식) 착용 방법



① 양 다리에 그네식 안전대를 끼우고 들어올림



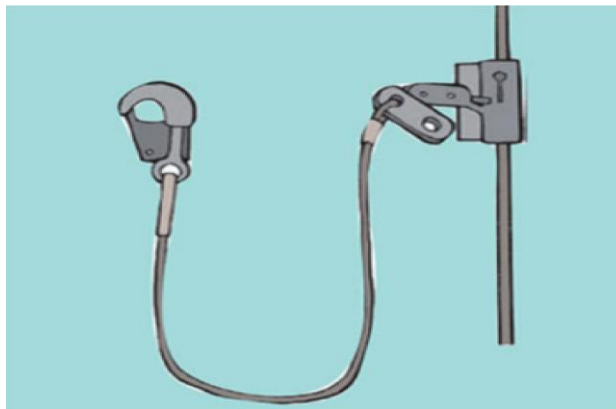
② 양 어깨에 안전대를 끼움



③ 가슴 조임줄을 채움
(허리 조임줄이 있는 경우 허리 조임줄도 채움)



④ 안전대 훅(hook)을 안전대 부착설비에 연결



⑤ 수직구멍줄의 경우 훅(hook)을 안전대 D링에 연결



⑥ 착용 상태 점검

물질안전보건자료

- 작업자의 건강에 영향을 미칠 수 있는 화학물질*의 안전한 사용과 관리를 위해 필요한 정보를 기재한 자료
 - 현장에서 사용하는 화학물질 등에 대한 정보를 작업자들이 쉽게 알 수 있도록 현장 입구, 사무실 등에 비치되어 있음

* 물질안전보건자료 포함 항목

- | | |
|--------------------|----------------|
| 1. 화학제품과 회사에 관한 정보 | 9. 물리화학적 특성 |
| 2. 유해성·위험성 | 10. 안정성 및 반응성 |
| 3. 구성성분의 명칭 및 함유량 | 11. 독성에 관한 정보 |
| 4. 응급조치요령 | 12. 환경에 미치는 영향 |
| 5. 폭발·화재시 대처방법 | 13. 폐기 시 주의사항 |
| 6. 누출사고시 대처방법 | 14. 운송에 필요한 정보 |
| 7. 취급 및 저장방법 | 15. 법적규제 현황 |
| 8. 노출방지 및 개인보호구 | 16. 그 밖의 참고사항 |

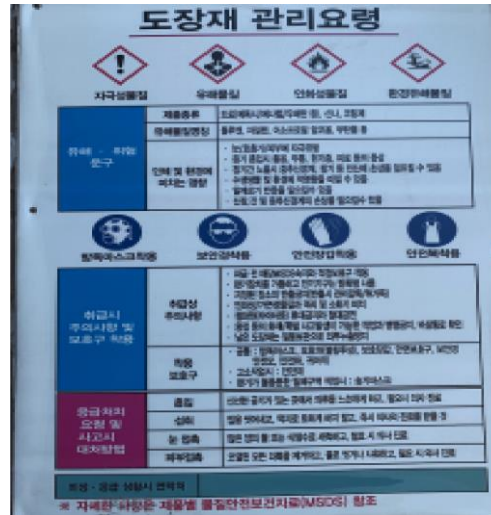
물질안전보건자료

- 또한, 공정별로 부착된 물질별 관리요령*을 통해서도 작업자가 사용하는 화학물질에 대한 정보를 알 수 있음

* 공정에서 사용하는 물질에 대한 물질안전보건자료 내용을 작업자에게 필요한 내용을 축약해 현장에 부착하는 자료
- 작업자는 물질안전보건자료, 안전보건교육, 현장에 부착된 물질 관리요령, 경고표지를 통해 물질의 유해위험성을 인지해야 함



위험물 저장소
물질안전보건자료 비치



도장공정 관리요령
부착 사례



블라스팅 공정 관리요령
부착 사례

제품 경고표시

- 작업자는 용접봉, 도료 등을 사용하는 경우 용기 및 포장에 표시된 경고표시를 확인하고 취급 시 주의사항 준수

용접재

유해성-위험성

- 눈, 코, 목을 자극하고 연기, 구토, 두통을 야기시킬 수 있으며 장시간 노출시에는 그 정도에 따라 폐에 영향을 미칠 수 있음
- 아크광선 및 스파터는 눈과 피부를 손상시킬 수 있음
- 전기감전 위험에 노출될 수 있음

취급시 주의사항

- 작업 전 작업장 내 연기를 충분히 시키고 주변 가연물 및 인화성 액체를 격리시킨 후 작업을 실시할 것
- 작업자는 입자, 분진, 흄을 흡입하지 말 것

응급조치요령

- 눈 접촉 : 다량의 물로 10분 이상 씻어내고 의학적 조치를 받을 것
- 피부접촉 : 화상부위에 냉수, 얼음찜질을 실시할 것
- 흡입 : 노출지역으로 부터 격리시키고 필요시 인공호흡을 실시할 것
- 감전 : 즉시 전원을 차단하고 안전한 장소로 이동할 것

사고시 대처방법 (화재 & 누출)

- 아크불꽃 및 스파터가 용접가스 및 주위의 폭발위험성 물질과 가연성 물질에 인화될 수 있으므로 이러한 요소들을 제거하여 양
- 화재시 일반 분말소화제, 정구 포말소화제 또는 물을 이용하여 진화함



용접봉 포장, 페인트 용기 등의 외부에 부착된 다양한 경고표시

주요 위험요인

- 바닥·통로에 방치된 자재, 이동전선, 공구 등에 걸려 넘어짐
- 바닥·통로의 물기, 기름 등 오염물에 미끄러짐
- 상·하부 작업현장, 다른 블록으로 이동 중 떨어짐 등



정리되지 않은 현장



바닥에 방치된 부자재 등

주요 안전수칙

- 바닥에 방치된 자재, 이동전선, 공구 등을 수시로 정리정돈
 - 이동전선, 호스 등은 사용 후 전용 걸이대에 정리하며, 릴 형태의 전선 등을 사용 후 감아 놓음
- 바닥에 흘린 물기, 기름, 시너, 페인트 등은 수시로 청소
- 작업장 이동 시 보행자용 통로 사용(장비 운행통로 사용 금지)
 - 시설물, 도장라인 등을 가로질러 가야 할 경우 우회하거나 가설통로, 건널다리 등 안전이 확보된 통로 사용



정리정돈 실시



보행자 전용 통로

주요 안전수칙

- 출입금지 표지, 접근금지 울타리 등이 설치되어 있는 장소는 무단 출입하지 않으며 위험표지가 설치된 장소는 주의하여 이동
- 이동 및 작업 시 휴대전화 등 불필요한 전자기기 사용 금지
- 현장 밝기가 확보되지 않은 장소에서 작업 시 조명등을 설치하는 등 안전한 작업을 위한 적정 조도 확보



출입금지 예시



출입금지 시설물 예시

주요 안전수칙

- 작업현장의 떨어짐 예방 조치가 미흡할 경우 관리감독자에게 즉시 보고하여 적절한 조치가 이뤄진 후 이동 및 작업

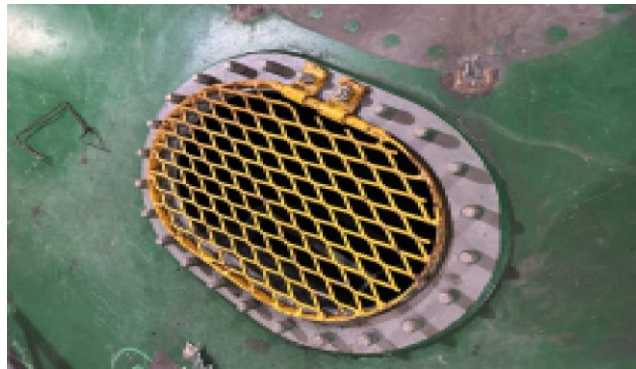
구분	상황	조치사항
통로 바닥의 구멍 (개구부)	- 구멍 덮개 미설치 - 고정 불량 등 부적절한 설치	- 관리감독자에게 즉시 보고하여 충분한 강도를 가진 덮개가 제대로 설치되도록 함
	- 덮개가 설치된 경우	- 가능하면 덮개를 밟지 않고 피해서 이동
떨어짐 위험이 있는 작업장 및 통로의 측면	- 안전난간 등 미설치 - 부적절한 설치	- 관리감독자에게 즉시 보고하여 안전난간, 작업발판 등이 제대로 설치되도록 함
비계(족장) 작업발판	- 안전난간, 작업발판 미설치 - 발판고정 불량 등 부적절한 설치	

주요 안전수칙

- 설치되어 있는 작업발판을 절단·해체하거나 개구부 덮개, 기타 안전 시설물을 작업자 임의로 해체 금지
 - 작업발판, 안전 시설물을 불가피하게 해체한 경우 작업종료 후 즉시 원상태로 복구
- 비계(족장) 작업발판, 이동식비계, 고소작업대 등에 표시된 최대적재하중을 준수



작업발판 설치



개구부 덮개 설치



개구부 안전난간 설치

주요 안전수칙

- 도구, 자재 등을 손에 들고 사다리를 오르내리지 않음
 - 도구, 자재는 보관함 등에 담고 줄, 윈치, 체인블록 등에 매달아 올리거나 내림
- 블록용 사다리식 통로는 사다리 답단과 블록 상부 높이를 맞춰 설치



공구는 줄에 매달아 상하 이동



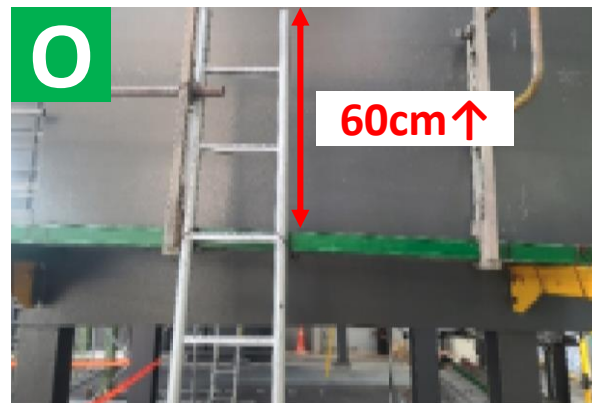
블록용 사다리식 통로



블록 상부와 블록용 사다리식 통로 높이 불일치

주요 안전수칙

- 이동식사다리는 이동 통로로 사용이 원칙
 - 작업발판 설치가 곤란한 좁은 장소 등 불가피한 경우에 한하여 작업용으로 사용
 - 사다리는 2인 1조로 사용하며 안전모 등 보호구 착용
 - 사다리 상단은 걸친 지점으로부터 60cm 이상 올라가도록 설치
 - 사다리가 넘어지지 않도록 아웃트리거 등 설치



재해사례



구분	내용
재해발생개요	- 이동식 계단을 통해 블록 상부에 올라 이동 중 5.5m 아래로 떨어져 사망
재해발생원인	- 블록 상부 떨어짐 예방조치 미 실시 - 이동식 계단이 부적절한 위치에 설치됨 - 개인보호구 미 착용
재해예방대책	- 블록 상부 등 떨어짐 위험 장소에 안전난간 설치 - 안전 및 이동의 용이성을 고려해 이동식 계단 설치 - 안전모, 안전대 등 지급·착용

주요 위험요인

- 바닥 수평이 이뤄지지 않은 장소에 설치된 고소작업대가 넘어짐
- 고소작업대 붐대 등 부품 파손으로 작업자 떨어짐
- 오작동으로 상승한 고소작업대의 난간과 구조물 사이에 작업자 끼임
- 고소작업대 안전난간을 해체한 상태에서 작업 중 작업자 떨어짐
- 작업자가 안전대를 부착설비에 연결하지 않고 작업 중 떨어짐 등

※ 고소작업대는 고정식 작업발판(족장)을 설치하기 어려운 장소에서 작업하기 위해 설치하는 기계식 작업발판(작업대)으로 현장에서는 '스카이'로 표현

주요 안전수칙



차량탑재형



시저형



자주식

- 작업계획서에 명시된 작업순서, 재해예방대책 등 준수
- 작업 전 구동부, 조작 및 비상정지장치·과상승방지장치* 등 안전장치의 작동상태 점검
 - 조작레버 작동 표식 등이 명확히 표시되어 있는지 여부 등 포함

* (과상승방지장치) 작업대의 안전난간 위에 부착되는 안전장치로 구조물이나 작업자 신체에 과상승방지장치(봉형, 안전바형)가 닿으면 상승을 멈추는 장치

주요 안전수칙

- 안전모, 안전대 등 보호구를 착용하고 안전대는 부착설비에 연결
- 고소작업대 조작 스위치(조작반, 풋페달 등)가 작업자 신체 등에 걸려 오작동하지 않도록 스위치 덮개 설치
- 조명을 설치하는 등 적정수준의 밝기 유지
- 작업대 4면의 안전난간 해체 금지



조작레버 작동·방향
표식 지워짐



과상승방지장치(봉형)



풋페달 덮개



작업대 4면 안전난간

주요 안전수칙

- 제조사에서 정하는 정격하중, 최대허용풍속, 탑승인원 준수
- 고소작업대 설치 시 바닥과 작업대의 수평을 최대한 확보
- 고소작업대의 갑작스러운 이동 및 넘어짐 예방을 위해 아웃트리거 설치, 브레이크 체결
- 작업지휘자나 유도자 지시에 따라 작업 및 이동



아웃트리거 설치(차량탑재형)

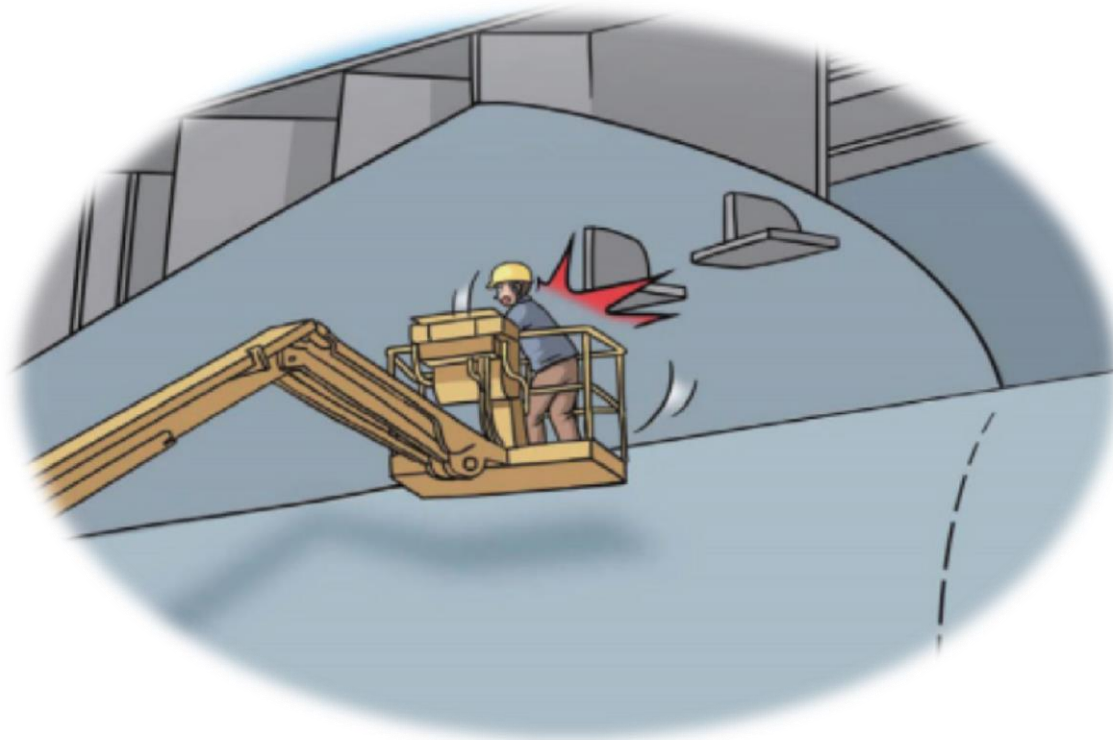


정격하중 표시

주요 안전수칙

- 고소작업대와 부딪힐 우려가 있는 장소 출입 금지
- 고소작업대 이동 시 작업대를 가장 낮은 위치로 내리며, 이동경로 상 요철 및 장애물 존재 여부 등을 확인
- 작업대를 벗어나거나 안전난간을 딛고 작업하지 않음
- 기타 안전한 조작방법 등 세부사항은 제조사의 사용설명서를 준수

재해사례

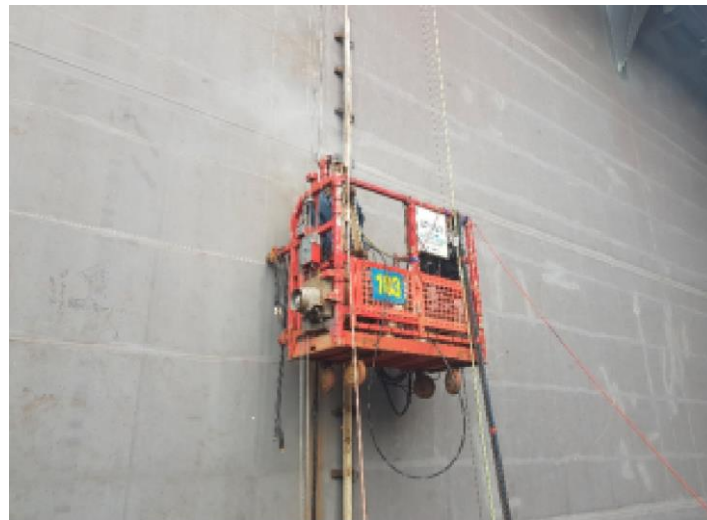
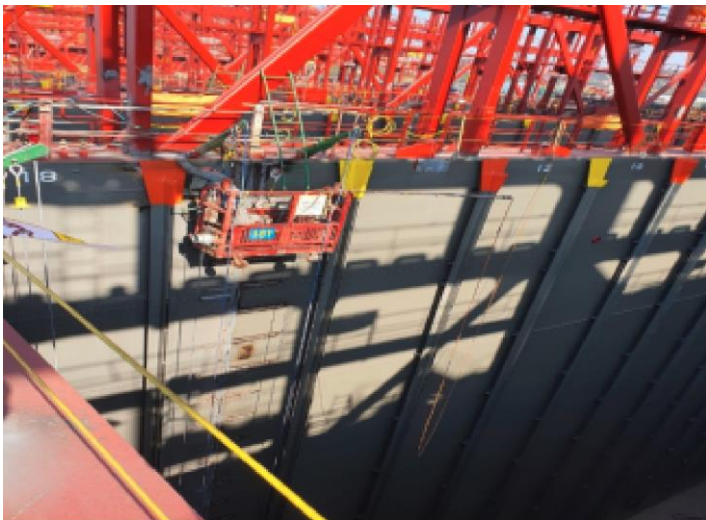


구분	내용
재해발생개요	- 고소작업대에서 블록 외부 블라스팅 작업 중 고소작업대 상단 틀과 선체 블록 하부 사이에 끼임
재해발생원인	- 과상승방지장치 등 안전장치 제거 상태에서 작업
재해예방대책	- 과상승방지장치 해체 금지 및 - 과상승방지장치 등 안전장치의 정상 작동여부 점검

주요 위험요인

- 곤돌라 운반구(작업대) 탑승 중 떨어짐
- 무게 쏠림(편하중)으로 인한 운반구 뒤집힘
- 운반구를 지지하는 로프의 절단, 이상 작동 등으로 운반구 떨어짐

※ 곤돌라는 와이어로프 등에 매단 작업발판으로 운반구(작업대)가 승강장치에 의해 상승 또는 하강하는 설비



곤돌라 작업

주요 안전수칙

- 작업 전 곤돌라 설치상태 및 부속품의 이상 유무 확인
- 안전대 부착용 수직 구멍줄은 곤돌라 지지대와 별도로 된 견고한 구조물에 설치
 - 곤돌라 탑승 전 추락방지대가 설치된 구멍줄에 안전대 부착
- 최대적재하중 준수
- 운반구 4면에 설치된 안전난간 해체 금지
 - 안전난간을 닫고 서서 작업 금지



구멍줄 설치



최대적재하중 표시

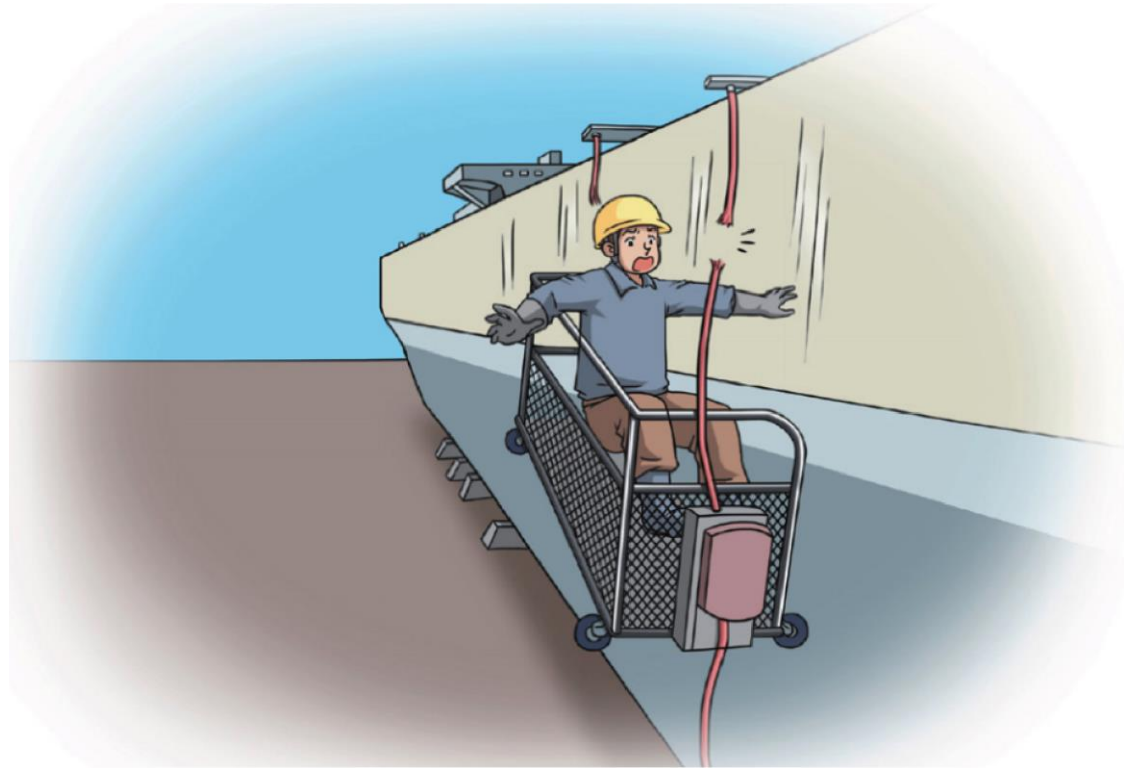


안전난간 설치

주요 안전수칙

- 2인 이상의 작업자가 곤돌라 사용 시 정해진 신호에 따라 작업
- 곤돌라 조작은 지정된 자만 실시
- 운반구가 정지한 상태에서 작업 실시
- 작업자는 운반구가 정지된 상태에서 타거나 내림
- 작업 중 공구 및 자재가 아래로 떨어지지 않도록 주의
- 운반구 내에서 발판이나 사다리 등 사용 금지
- 곤돌라 지지대와 운반구는 항상 수평 유지
- 강풍 등 악천후 시 작업 중지

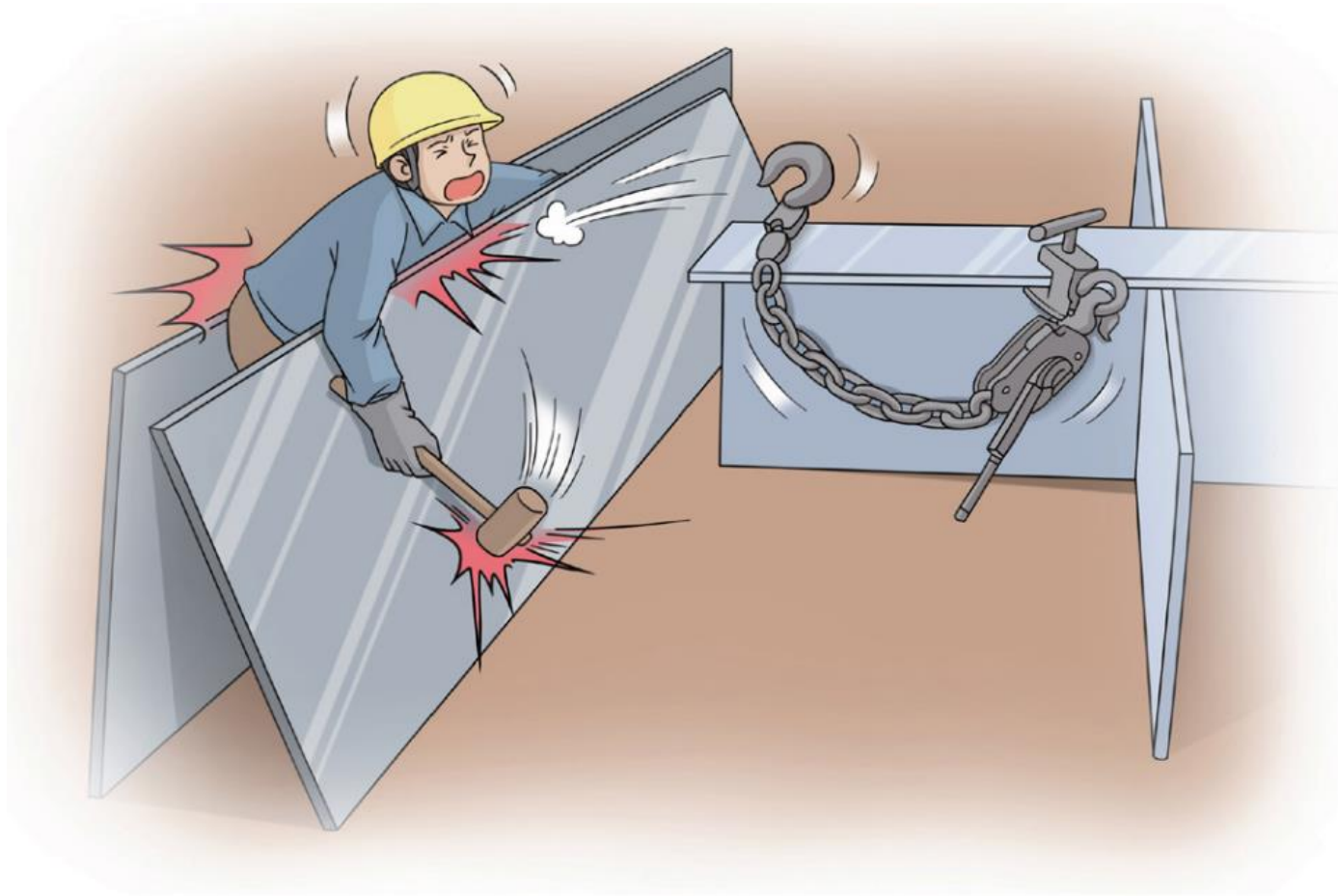
재해사례



구분	내용
재해발생개요	- 곤돌라에서 선체 외판 작업 중 곤돌라 와이어로프가 끊어져 15m 아래로 떨어져 사망
재해발생원인	- 작업 전 와이어로프 등 점검 미 실시 - 안전대와 연결하는 구멍줄 미 설치
재해예방대책	- 작업 전 와이어로프, 체인 등의 상태를 점검하고 이상발견 시 교체, 보수 후 작업 - 구멍줄 설치 및 안전대를 구멍줄에 연결 후 작업

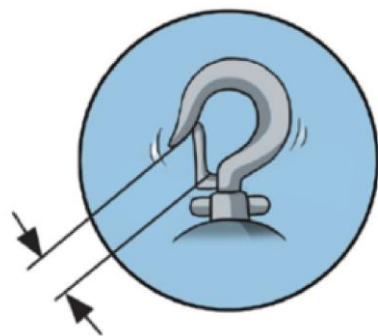
주요 위험요인

- 고정된 위치에서 이탈한 중량물(철판)에 깔림

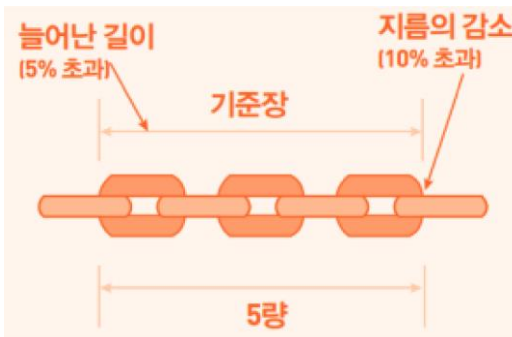


주요 안전수칙

- 작업계획서(중량물)에 명시된 작업순서, 재해예방대책 등 준수
- 작업 전 각종 기계·기구의 정상 작동여부 점검
 - 훅(hook), 체인 등이 변형, 마모, 파손, 늘어남 등의 여부 점검
 - 훅 해지장치 설치 여부 및 작동상태 점검
- 각종 슬링(체인, 와이어로프 등)은 양 끝에 훅 혹은 훅을 걸 수 있는 것 사용



훅 입구가 제조 시보다
10%이상 변형 시 폐기



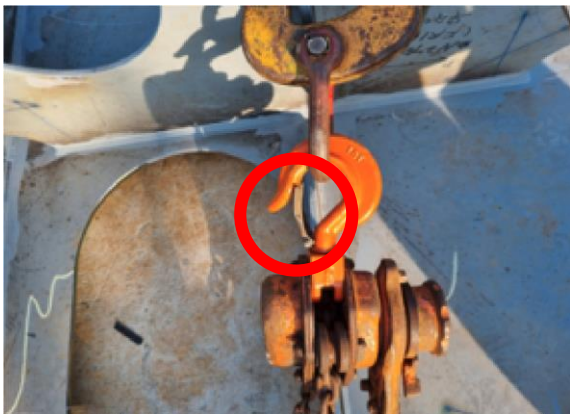
체인 변형 시 폐기
(길이 5%이상 늘어남,
링 지름 10%이상 감소 등)



와이어로프 손상 시 폐기

주요 안전수칙

- 블록 수평 조절을 위해 사용하는 유압잭, 핀지그 등은 넘어지지 않도록 바닥에 견고히 고정
- 체인블록의 상부 혹은 인양하중에 충분히 견디는 강도를 가지며 정확하게 지탱될 수 있는 곳에 걸어서 사용
 - 체인블록은 체인이 꼬이거나 헝클어지지 않도록 함



훅 해지장치 사용



유압잭



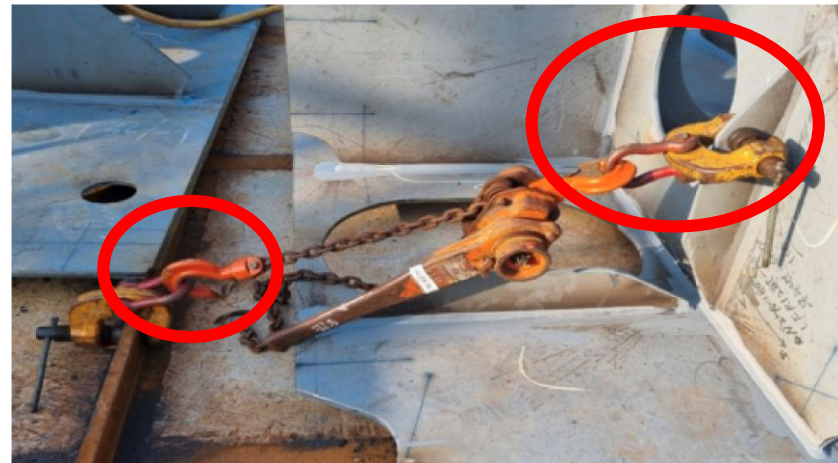
핀지그

주요 안전수칙

- 고정공구류(치공구)에 표시된 사용하중을 준수해 사용
- 레버풀러의 훅을 부재(중량물)에 직접 걸지 않고 피벗 클램프, 지그 등 훅을 걸 수 있는 용구에 걸어서 사용
 - 레버풀러의 훅과 체인은 일직선이 되도록 사용
 - 레버풀러의 레버에 파이프 등을 끼워서 사용 금지



레버풀러의 부적절한 사용



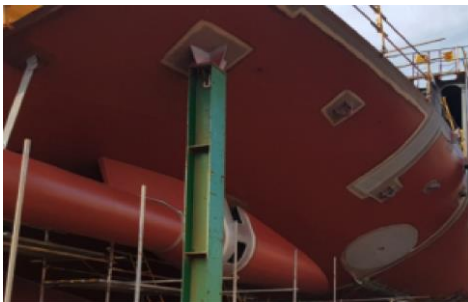
레버풀러의 적절한 사용(훅, 샤클에 걸어 사용)

주요 안전수칙

- 가용접* 시 용접 간격 등 사업장에서 정하는 기준 준수

* 가용접(Tack Welding)은 본 용접 전 용접 부위를 일시적으로 고정하는 작업으로 현장에서는 취부작업이라 부르기도 함

- 작업 전 지지대(한 면에 2개 이상) 설치, 크레인 고정 등 중량물 넘어짐 예방 조치 실시
- 단부, 모서리 등을 피해서 양면으로 가용접
- 가용접 상태 확인 후 지지대 제거, 크레인 고정 분리
- 지지대와 크레인을 함께 사용한 경우, 지지대 → 크레인 순으로 분리



중량물 고정



지지대 설치



지지대 설치



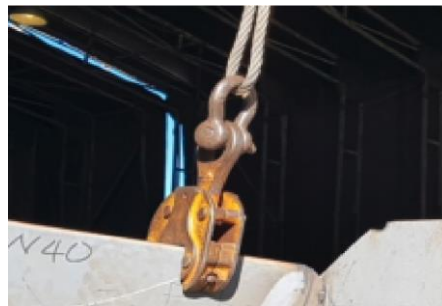
가용접

주요 안전수칙

- 클램프 사용 시 중량물의 모양, 무게에 적절한 것을 사용
 - 수직 고정 시 수직용 클램프, 수평 고정 시 수평용 클램프 사용
 - 사용하중 및 고정시키는 중량물(철판) 두께의 범위 내에서 사용
 - 하나의 클램프에 여러 개의 부자재(철판)를 물려 사용 금지
 - 클램프를 1개만 물릴 경우 고정시킨 중량물이 흔들려 클램프가 빠질 수 있어 2개 이상 사용



수직형 클램프



수평형 클램프



주요 안전수칙

- 유압잭(유압자키) 취급 시 다음을 준수
 - 작업 전 펌프, 니플 등 구성품의 이상 유무 확인
 - 바닥면에 안정되게 설치하며, 편하중이 발생하지 않도록 취급
 - 펌프는 조작하기 쉬운 장소에 설치하고 밸브를 닫고 레버 조작
 - 레버 조작 시 램과 안전거리 유지 및 항상 램의 상태 주시
 - 하중이 걸린 상태에서 장시간 방치하지 않음
 - 유압잭을 가열하지 않음

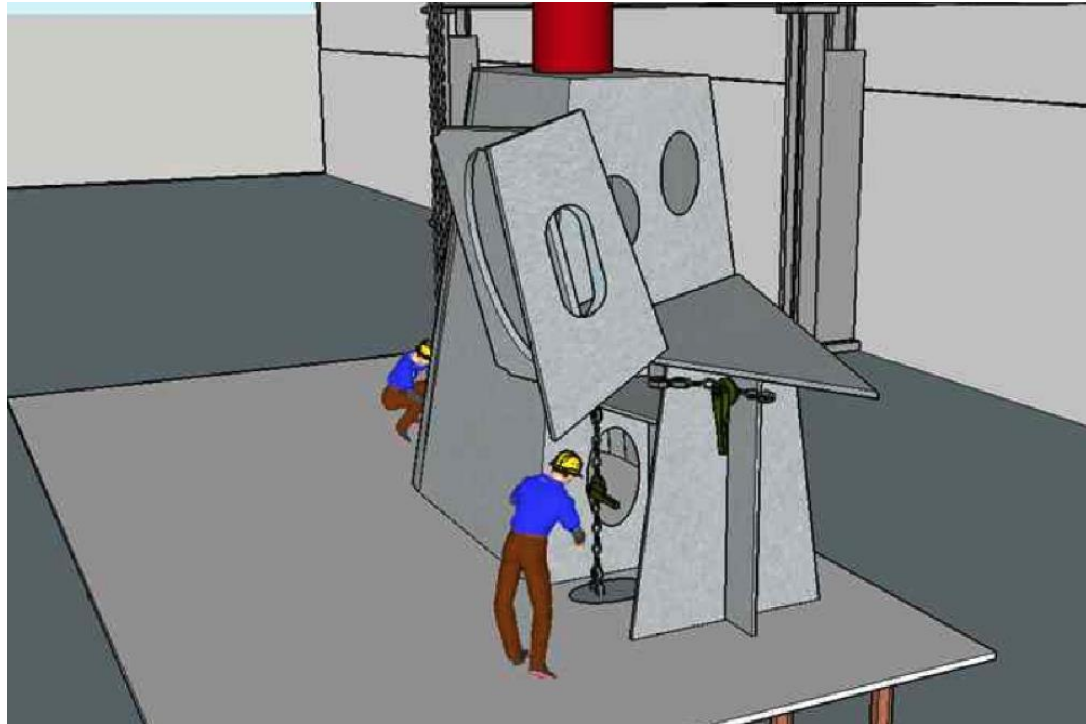


유압잭



유압잭 레버 조작 시 램 주시

재해사례



구분	내용
재해발생개요	- 가용접된 블록 부분품(약 400kg)이 상부에서 떨어지면서 머리를 맞아 사망
재해예방대책	- 사전에 설정된 가용접 용접기준 준수 및 용접기준에 대한 사전교육 실시 ※ 용접기준 준수 여부 확인절차 수립 및 시행 필요 - 중량물 전도 방지조치 실시 - 중량물 전도 위험구역 출입금지조치 실시

주요 위험요인



건강장해



감전



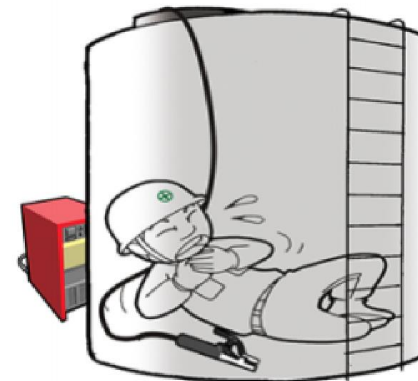
화상



화재·폭발



떨어짐



질식

작업 준비 및 화재·폭발 예방

- 작업허가서에 명시된 작업 절차 등을 준수
 - 작업장 내 위험물 보관 현황 파악 및 위험성 공유
 - 화재예방, 비상시 조치사항 등 작업허가서 내용 숙지
- 스페터, 용접 불티, 유해광선 등으로부터 신체를 보호하기 위한 보호구 착용
 - 용접 흠 흡입 방지를 위해 환기장치를 사용하거나 환기 실시



보호구 착용



환기장치 사용

작업 준비 및 화재·폭발 예방

- 용접 불티가 옮겨 붙을 수 있는 도료 등은 안전한 장소로 옮기고 유류를 닦은 걸레 등 가연성 폐기물을 현장에서 제거
 - 유증기 및 가스가 현장에 남아 있지 않도록 환기 실시
- 용접 불티가 튀어 불이 붙지 않도록 덮개, 방화포 등 설치
 - 불티가 인접지역으로 날아가지 않도록 불티가 날아갈 수 있는 반경에 있는 개구부 또는 틈새를 빈틈없이 덮음
- 바람의 영향으로 용접(용단) 불티가 주변으로 확산되어 화재·폭발의 우려가 있을 경우 작업 금지



방화포 설치

※ [참고] 용접·용단작업시 불티 비산거리 예시

높이 (m)	철판두께 (mm)	작업 종류	불티 비산거리(m)				풍속 (m/s)
			역풍		순풍		
			1차불티	2차불티	1차불티	2차불티	
8.25	4.5	세로방향	4.5	6.5	7.0	9.0	1 ~ 2
		아래방향	3.5	6.0	-	-	
12.25	4.5	세로방향	5.5	7.0	6.0	9.5	1 ~ 2
		아래방향	3.5	6.0	-	-	
15	4.5	세로방향	4.5	6.0	8.0	11.0	2 ~ 3
	9		6.0	12.0	8.5	12.0	
	16		5.5	7.0	9.0	12.0	
	25		6.0	8.0	9.0	12.0	
	4.5	아래방향	3.0	6.0	-	-	
	9		4.0	7.0	-	-	
	16		5.0	8.0	-	-	
	25		6.0	9.0	-	-	
20	4.5	세로방향	4.0	6.0	8.0	12.0	4 ~ 5
	9		4.5	6.0	9.0	15.0	
	16		4.5	6.0	1.0	15.0	
	4.5	아래방향	6.5	14.0	-	-	
	9		7.0	10.0	-	-	
	16		8.0	10.0	-	-	

- 1차불티: 용접, 용단 작업시 발생하는 불티
- 2차불티: 1차불티가 지면에 낙하해 반사되면서 2차적으로 비산하는 불티
- 순 풍: 바람을 등지고 작업
- 역 풍: 바람을 향하고 작업

작업 준비 및 화재·폭발 예방

- 통풍이나 환기가 충분하지 않은 장소에서 화재위험작업 시 통풍이나 환기를 위해 산소 사용금지
 - 통풍 및 옷에 묻은 먼지를 털기 위한 용도로 산소 사용금지
- 도장작업 등 화재위험이 있는 작업과 동시작업 금지



소화기



소화전

작업 준비 및 화재·폭발 예방

- 화재 진압을 위한 충분한 능력 및 화재 종류에 대응 가능한 소화기 비치
 - 소화기, 소화전 등 각종 소화시설은 즉시 사용 가능한 상태로 유지 관리
 - 화재대응훈련 등을 통해 소화기의 올바른 작동법 숙지



소화기에 충전된 소화약제의 화재종류별 대응 가능 여부 표시

구분	일반화재(A급)	유류화재(B급)	전기화재(C급)	금속화재(D급)	주방화재(K급)
내용	재가 남는 일반화재	인화성 액체 등 재가 남지 않는 화재	전기기계기구 관련 화재	가연성 등 금속 관련 화재	동·식물유 취급 조리기구 화재
소화기표시 (색깔)	A급(백색)	B급(황색)	C급(청색)	-	K급
적용 소화약제 (소화기)	-물 -산알칼리소화기 -강화액소화기 등	-CO2소화기 -분말소화기 -할론소화기 등	-CO2소화기 -분말소화기 -할론소화기 등	-마른모래 -팽창질석 등	-주방화재 전용 소화기

※ [참고] 소화기 사용방법



① 화재 발생을 알리고
소화기를 화재장소로 가져옴



② 안전핀을 뽑음



③ 소화기 호스를 화재 방향으로 향함



④ 손잡이로 움켜쥐고
빗자루로 쓸 듯이 소화

밀폐공간 작업 시 유의사항

- 작업허가서에 명시된 사항 및 보호구 착용법, 응급조치, 비상 시 구출방법 등을 숙지
 - 구조용 삼각대, 공기호흡기 또는 송기마스크, 구명줄 등 피난 및 구출용 기구 비치
 - 밀폐공간 내부 작업자 구조 시 공기호흡기 또는 송기마스크 착용
- 밀폐공간 출입구에 출입금지 표지와 작업내용, 작업자 정보 등 사업장 내 작업허가사항 게시



구조용 삼각대



구조용 삼각대 설치



공기호흡기



밀폐공간 출입금지 표지

밀폐공간 작업 시 유의사항

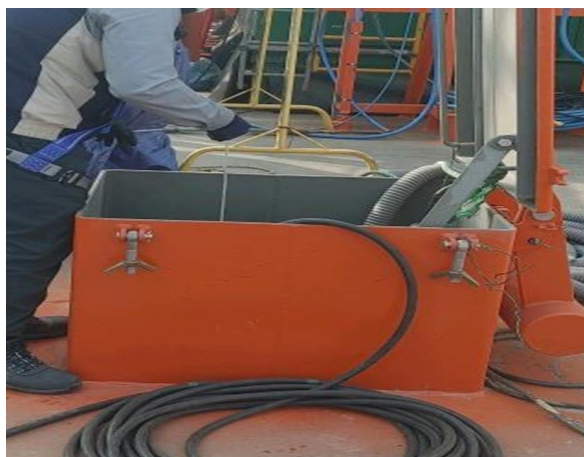
- 밀폐공간 내부 진입은 관리감독자 등 산소·유해가스 농도 측정 자격*을 갖춘 자가 측정 후 이상이 없을 경우 실시

* 관리감독자, 안전관리자, 보건관리자, 안전보건공단의 측정 교육 이수자 등

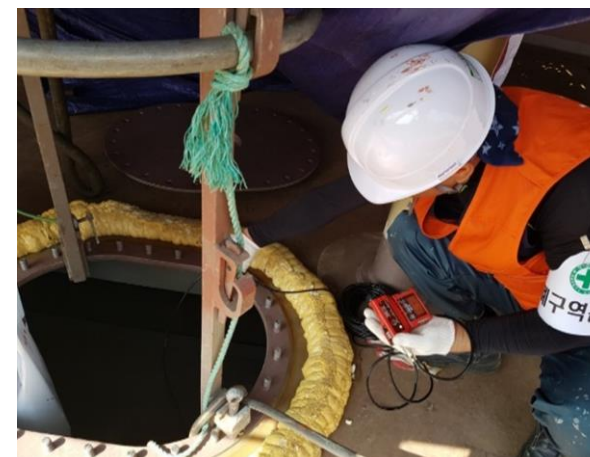
- 측정 결과 적정공기 수준이 유지되지 않거나 유해물질 농도가 높을 경우 진입 금지



복합측정기
(산소, 유해가스, LEL[폭발하한계] 등)

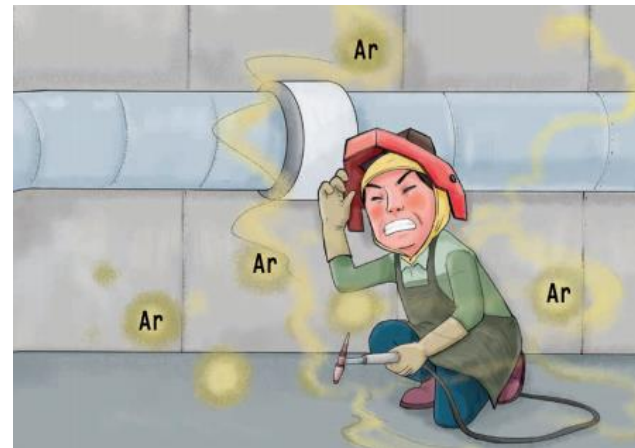


밀폐공간 내부 산소·유해가스 농도 측정(측정관 삽입)



밀폐공간 작업 시 유의사항

- 밀폐공간 내부 진입은 관리감독자 등 산소·유해가스 농도 측정 자격을 갖춘 자가 측정 후 이상이 없을 경우 실시
 - 작업 중, 작업을 일시 중단 후 다시 시작하는 경우에도 측정 실시
 - 특히, 배관 용접의 경우 배관 내부를 아르곤 가스 등 불활성 가스를 채워 놓는(퍼징) 경우가 많아 주의 요망



밀폐공간 작업 시 유의사항

- 밀폐공간 내부가 적정공기 수준을 유지할 수 있도록 작업 전, 작업 중 지속적으로 환기(배기 및 급기) 실시
 - 작업 전 15분 이상 충분히 환기하며, 환기팬 제조사에서 제시한 송풍관(덕트) 길이 준수
 - 송풍관은 가급적 구부리는 부위가 적게 하며 용접 불티 등에 구멍나지 않도록 난연 재질의 송풍관 사용 권장



환기팬 설치



송풍관 설치

밀폐공간 작업 시 유의사항

- 밀폐공간 내부가 적정공기 수준을 유지할 수 있도록 작업 전, 작업 중 지속적으로 환기(배기 및 급기) 실시
 - 환기를 했음에도 밀폐공간 내부가 적정공기 수준이 되지 않거나, 유해가스 농도가 높을 경우 송기마스크 또는 공기호흡기 착용
 - 폭발 위험장소에서는 방폭 성능을 가진 장치 사용



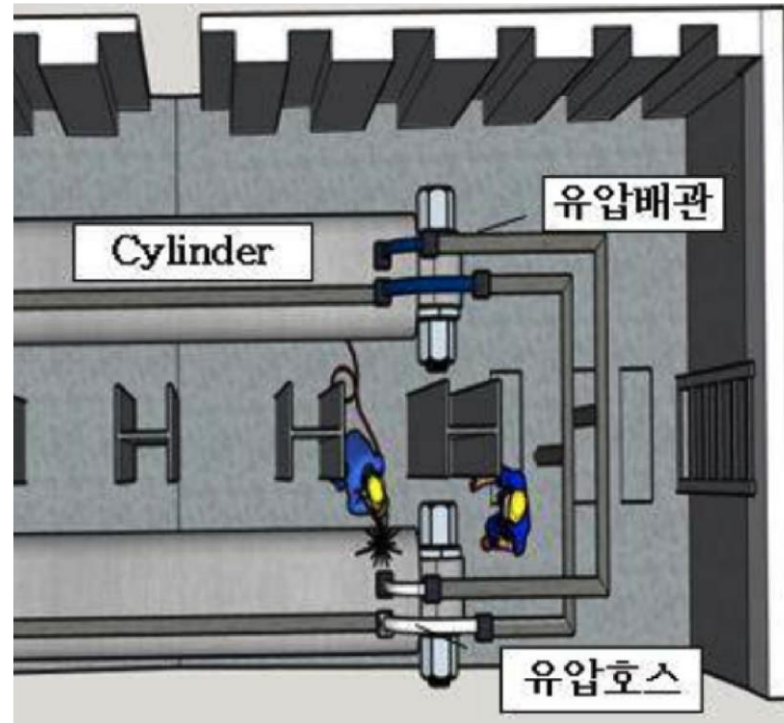
밀폐공간 작업 시 유의사항

- 밀폐공간 외부에 배치된 감시인과 무전기 등으로 항상 연락을 취할 수 있어야 함
- 밀폐공간 내부에서 용접 시 용접에 필요한 가스 실린더나 전기 동력원은 밀폐공간 외부의 안전한 곳에 배치
- 밀폐공간 내부에 유증기와 같은 인화성 가스 등 화재·폭발 위험요인이 존재하는 경우 용접(용단), 연삭(사상)작업 등 불꽃 발생 가능성이 있는 화재위험작업 실시 금지



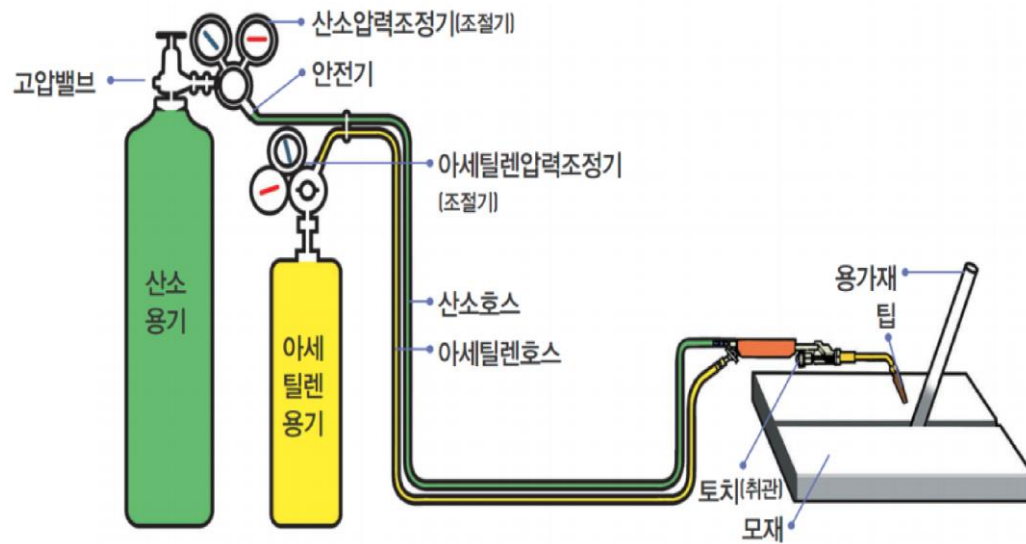
밀폐공간 외부 감시인 배치

재해사례



구분	내용
재해발생개요	- 선박 유압 실린더실 내부 유압호스를 교체하기 위해 산소 절단기를 사용 중 화재·폭발 발생 (1명 사망, 1명 부상)
재해예방대책	- 작업을 중단하거나 작업장소를 떠날 경우 토치 등의 밸브를 완전히 잠금 - 산소 과잉 방출 예방을 위해 조절 밸브를 서서히 조작 - 밀폐공간 내부에 가스 등이 잔류하지 않도록 환기 실시

가스용접기(용단기) 구조



산소-아세틸렌 용접기



산소-프로판 용접기

가스용접(용단)작업 시 준수사항

- 호스와 취관(토치, torch)은 손상·마모 등으로 가스 등이 누출될 우려가 없는 것 사용
 - 호스, 취관 등의 이상 유무 정기 점검 실시
- 취관 및 호스의 상호 연결부는 밴드, 클립 등 전용 조임기구를 사용해 가스 등이 누출되지 않도록 조임
- 가스 공급구의 밸브나 콕에 이음표를 붙이는 등 잘못된 연결을 방지하기 위한 조치 실시



호스 및 밴드



밴드, 클립 설치 사례

가스용접(용단)작업 시 준수사항

- 작업을 중단하거나 완료 후 가스 공급구의 밸브, 콕을 잠금
- 분기관(매니폴드 등) 사용 시 사용하는 가스가 섞이지 않도록 접속기구 모양, 가스별 색상, 부착된 꼬리표를 반드시 확인
- 분기관을 사용하지 않고 용기에 호스를 직접 연결하는 경우에도 산소 호스와 아세틸렌 호스의 색을 구별된 것 사용



밸브, 콕 잠금



매니폴드 색깔 구분

가스용접(용단)작업 시 준수사항

- 작업 후 호스를 분기관에서 분리
- 아세틸렌 용접장치의 배관 및 부속기구는 구리나 구리 함유량이 70% 이상인 합금 사용 금지
- 호스가 꼬이거나 손상되지 않도록 하며, 호스를 용기에 감아서 사용하지 않음
- 가스 호스의 길이는 최소 3m 이상 되도록 함
- 처음 사용하는 호스는 사용 전 호스 내 이물질을 깨끗이 불어냄
- 산소밸브에 기름이 묻지 않도록 관리

가스용접(용단)작업 시 준수사항

- 토치의 화염이 호스로 역류하지 않도록 토치와 호스 연결부 사이에 역화방지기(안전기, flame arrestor) 설치
- 작업 중 가스 압력의 갑작스런 상승 방지를 위해 용기에 압력조정기(안정기, pressure regulator) 설치
- 작업 전 역화방지기와 압력조정기(안정기) 상태 점검



역화방지기



압력조정기

가스용접(용단)작업 시 준수사항

- 아세틸렌 용접의 경우 토치 점화는 압력조정기의 압력을 조정 후 토치 밸브를 아세틸렌, 산소 순으로 열어 점화
 - 작업 종료 시에는 산소 밸브를 먼저 닫고 아세틸렌 밸브를 닫음
- 토치 내에서 소리가 나거나 과열된 경우 역화 발생에 주의
- 역화발생 시 다음의 조치 실시
 - 1) 토치의 산소·연료가스 밸브 잠금(산소부터 잠금)
 - 2) 산소 및 연료가스 용기 밸브를 잠금
 - 3) 필요 시 토치를 물로 식힘

가스용접(용단)작업 시 준수사항

- 아세틸렌 사용 시 아세틸렌이 산소 배관으로 역류하지 않도록 산소 압력을 충분히 높은 상태로 유지
- 용접, 용단 이외의 목적으로 산소 사용금지
- 작업이 끝난 후 가스 누설 여부 확인
- 작업장소 이탈 시 주위에 용접 불티가 남아 있는지 확인하고 토치와 호스는 공기가 잘 통하는 곳에 보관
 - 작업종료 후 토치와 호스 등은 지정된 장소에 보관

가스용기 관리

산소용기	아세틸렌	LPG	아르곤, 질소 등 그 밖의 가스	액화탄산가스
녹색	황색	밝은 회색	회색	청색
				

- 가스 사용 전 용기별 색깔 및 표시, 위험성을 인지
- 사업장 내 지정된 장소에 보관
 - 통풍, 환기가 잘 되며 직사광선을 받지 않는 40°C이하의 장소
- 용기가 넘어지거나 충격을 받지 않도록 보관
- 용기 운반 시 캡을 씌움

가스용기 관리

- 용기 사용 전 마개에 부착되어 있는 유류 및 먼지 제거
- 용기 밸브는 가스가 갑작스럽게 분출되지 않도록 조심스럽게 조작
- 사용 전·후 용기, 그 밖의 용기를 명확히 구별해 보관
- 용해아세틸렌 용기는 세워서 사용
- 용기의 부식·마모 또는 변형상태를 점검 후 사용

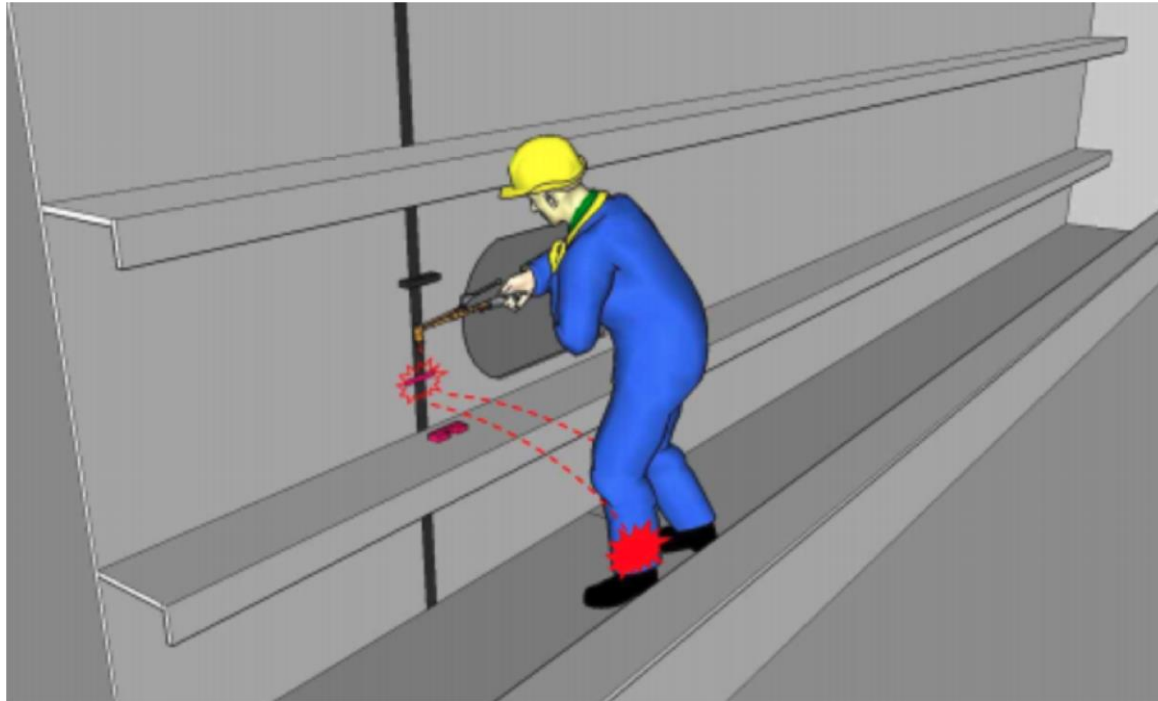


가스용기 보관



가스용기 고정

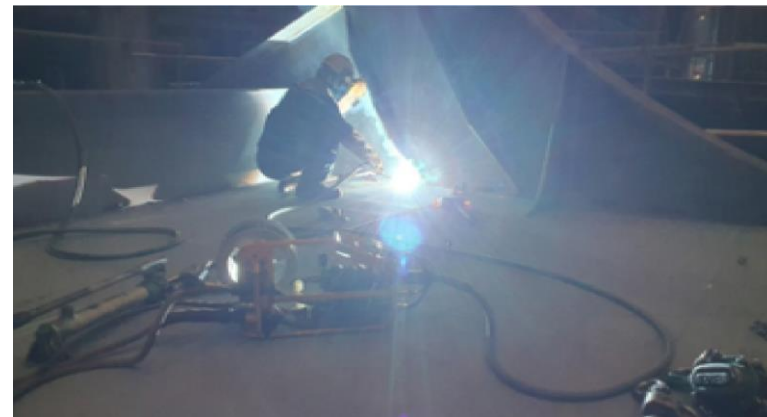
재해사례



구분	내용
재해발생개요	- 가스절단기로 용접 피스 제거작업 중 작업복에 불이 붙어 화상을 입음(사망)
재해예방대책	- 용접피스 제거 시 용접자켓 또는 앞치마를 지급하는 등 방염 처리 혹은 난연 성능을 가진 작업복 지급·착용

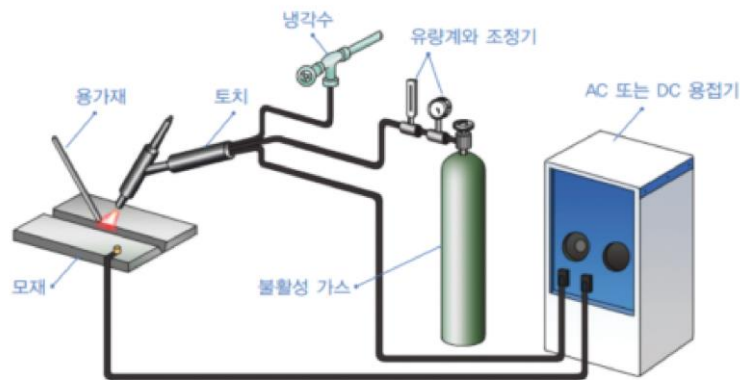
CO₂ 용접(CO₂ Gas Arc Welding)

- 스풀에 감겨진 용접와이더 또는 플렉스 코어드가 공급 모터에 의해 용접 토치로 자동 공급되어 연속 용접되는 방식
- CO₂ 가스를 용접면(용융금속) 보호가스로 사용
- 조선업 용접작업의 대부분을 점유하는 용접 방식

CO₂ 용접기 구조CO₂ 용접작업

TIG 용접(Tungsten Inert Gas Welding)

- 텅스텐전극과 모재간의 아크열을 이용해 용접봉을 녹여 용접하는 방식으로 주로 비철금속 용접에 사용
- 아르곤(Ar), 헬륨(He) 가스를 용접면 보호가스로 사용
- 용접 시 발생하는 아크 강도가 일반용접기보다 강함



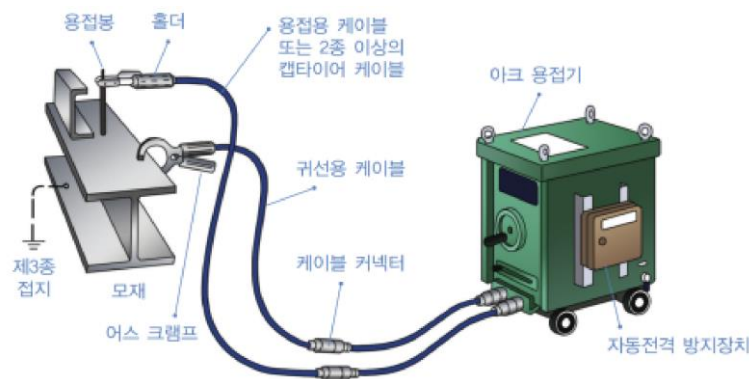
TIG 용접기 구조(수냉식)



TIG용접(배관용접)

피복아크용접(직류·교류, Shield Metal Arc Welding)

- 직류·교류를 사용해 용접봉과 모재 사이에 아크를 발생시켜 모재의 일부와 용접봉을 녹여 접합하는 방식
- 용접봉의 피복제가 열에 녹으며 발생한 가스가 용접면 보호가스 역할을 해 별도의 보호가스 불필요
- 직류아크용접기는 교류아크용접기에 비해 무부하 전압이 낮아 상대적으로 전격의 위험이 낮음



피복아크용접기(교류)



피복아크용접

작업 시 주요 안전수칙

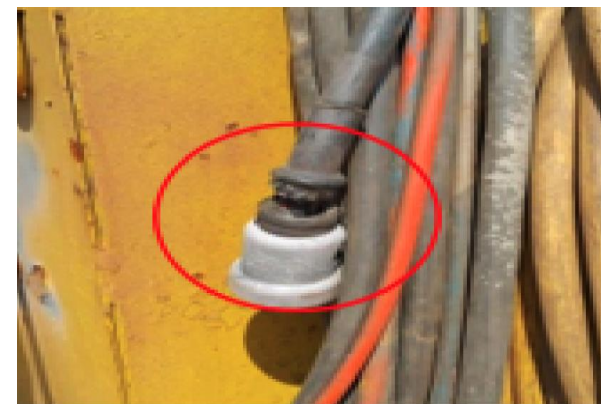
- 용접봉 홀더는 용접봉에 전달되는 최대 정격전류를 안전하게 통전할 수 있어야 함
- 작업의 일시 중단, 작업종료 시 용접봉 홀더에서 용접봉 제거
- 케이블은 전기용량에 적합한 것 사용
- 차량이나 중량물, 작업자의 이동 경로에 있는 케이블은 파이프나 앵글로 보호하거나 케이블 걸이에 걸어서 보관
- 케이블은 단선이나 피복 손상, 충전부 노출이 없는 것 사용



케이블 걸이



충전부 및 접속부 노출



콘센트 케이블 손상

작업 시 주요 안전수칙

- 어스클램프(케이블)를 모재에 견고히 연결
- 접지가 되어 있는 분전반, 접지 단자 등에 용접기 외함 접지 실시
- 용접기를 운반하거나 일정시간 작업 중단 시 용접기 전원 차단
 - 용접기를 점검 및 정비하는 경우 전원으로부터 분리



도막제거 후 모재와 어스클램프 체결



부재 용접 후 모재와 어스클램프 체결



접지케이블 손상



접지 연결부 체결 불량

작업 시 주요 안전수칙

- 용접봉은 건조한 상태가 유지되도록 보관
- 작업 종료 시 사용하지 않은 용접봉은 반환
- 용접기 전원개폐기 설치장소 주변에는 가연성 물질이 없도록 관리
- 용접기용 전원 개폐기는 기둥, 벽 등에 견고히 부착하고 접지 실시



용접기 케이블과 충전부 접속 상태

작업 시 주요 안전수칙

- CO₂ 용접 시 CO₂ 밸브를 BY-PASS 상태로 유지 금지
- 배관 등 밀폐공간 내부에 아르곤 가스 등 불활성 가스를 채워 놓은 장소에 진입하는 경우 반드시 산소·가스농도 측정결과가 이상 없음을 확인 후 진입

※ 아르곤(Ar) 가스와 탄산(CO₂) 가스는 무색, 무취, 무독성의 가스로 공기의 흐름이 없는 밀폐공간 내부에서 누출될 경우 공간 내부의 산소 분압을 감소시켜 작업자가 질식할 수 있음

※ CO₂의 경우 이러한 특성으로 인해 화재진압용 소화 약제로 사용

- 교류아크용접기를 감전 위험장소에서 사용하는 경우 자동전격방지기 사용
 - 선박 내부 등 도전체에 둘러싸인 장소, 높이 2m 이상인 장소로 도전성이 높은 물체와 접촉할 우려가 있는 장소, 습윤한 장소 등

재해사례



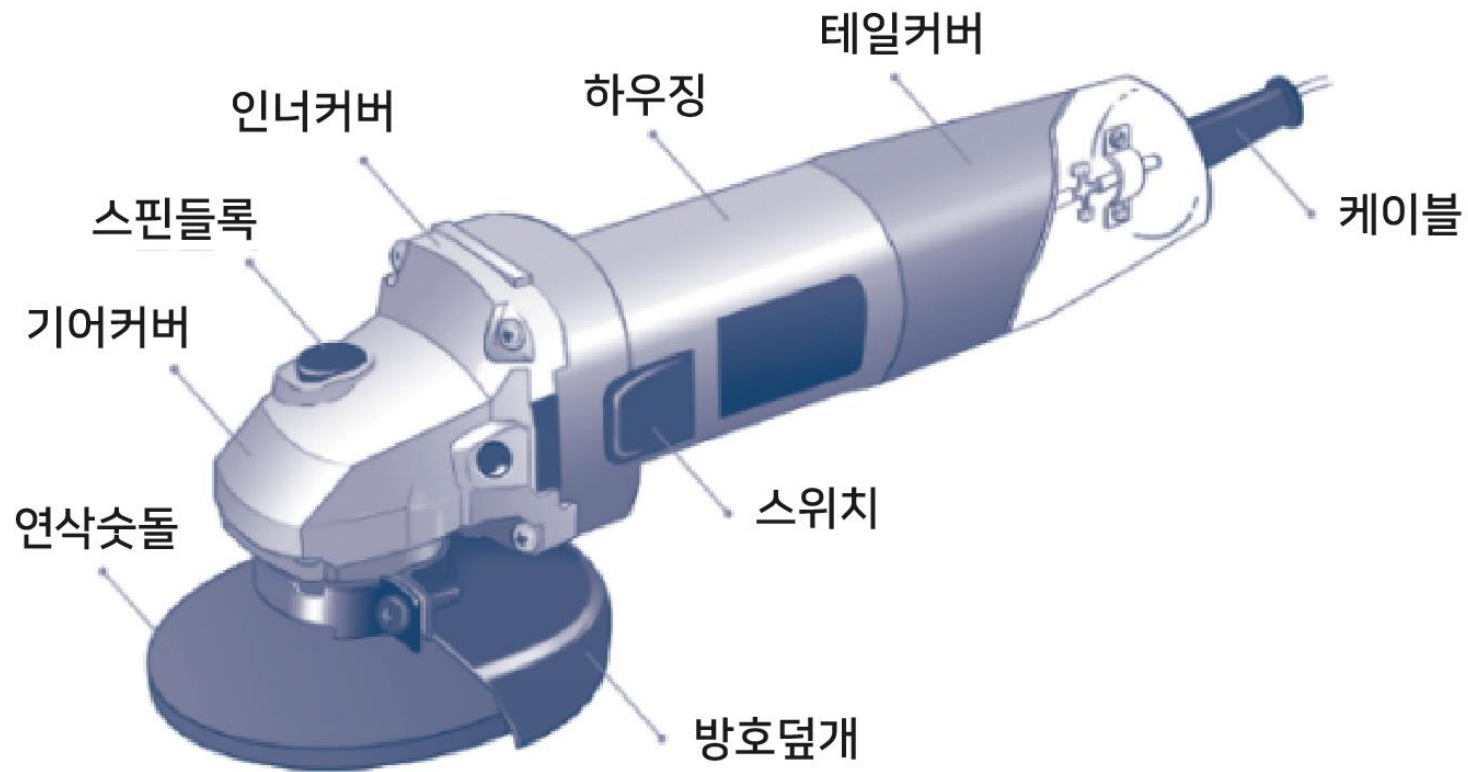
구분	내용
재해발생개요	- 작업자가 이동식사다리에서 교류아크용접기로 용접작업 중 누전으로 감전되어 아래로 떨어 짐
재해발생원인	- 용접기 누전 여부 미확인 - 누전차단기 미사용 - 이동식사다리를 작업발판으로 사용
재해예방대책	- 작업 전 교류아크용접기 등의 절연상태 점검 실시 및 누전 시 절연보강 실시 - 누전차단기가 설치된 전원개폐기에 용접기 연결 - 감전 및 추락 위험장소에서 교류아크용접기 사용 시 자동전격방지기 설치 - 고소작업대 등 안정성을 확보한 작업발판 사용

주요 위험요인

- 파손된 연삭숫돌(날) 파편에 맞음·베임
- 방호덮개 해체 상태로 작업 중 연삭숫돌에 베임
- 유증기가 있는 장소에서 작업 중 화재·폭발
- 전선 피복 손상 등으로 인한 감전(전기)
- 연삭·연마 작업 중 발생한 분진 흡입 및 소음으로 인한 난청 등

※ 용접 표면 및 도장대상 면을 정리하는 작업(연삭, 사상)을 위해 사용하는 휴대용 기기로 작업용 숫돌을 교체하는 경우 연마 작업도 가능
- 현장에서는 주로 '그라인더'로 부름

주요 위험요인



휴대용연삭기 구조 예시

작업 시 주요 안전수칙

- 작업 전 점검 실시
 - 연삭숫돌 파손 여부 등 외관검사 및 1분 이상 시험운전 실시
 - 방호덮개 해체금지 및 부착상태 확인
 - 케이블 코드형(전기)은 피복 손상 및 커버와 케이블 연결부 확인
 - 연삭숫돌을 교체한 경우 3분 이상 시험운전 실시
 - 각종 정비나 연삭숫돌을 교체하는 경우 동력원(전기, 공압)을 차단하고 연삭숫돌의 회전이 완전히 멈춘 후 실시

작업 시 주요 안전수칙

- 안전모, 보안경, 방진마스크, 안전장갑 등 개인 보호구 지급·착용
 - 연삭숫돌에 말려들 우려가 있는 면장갑, 복장 등 착용 금지
- 작업 안정성 확보를 위해 필요한 경우 보조 손잡이 부착
- 연삭숫돌의 최고 사용회전속도 준수



방호덮개



방호덮개 설치(공압식)



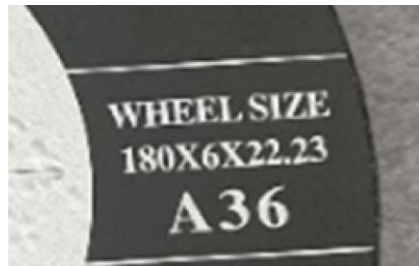
보조 손잡이



최고 사용회전속도

작업 시 주요 안전수칙

- 휴대용 연삭기 규격에 맞는 크기의 연삭숫돌 사용
- 연삭숫돌에 무리한 힘을 가하거나 충격을 가하지 않도록 작업
- 연삭숫돌 측면 작업이 가능한 것 외의 연삭숫돌로 측면 작업 금지
- 이동 시 휴대용연삭기 전원 차단



사용 규격



휴대용 연삭기 규격을 벗어난 연삭숫돌 사용

작업 시 주요 안전수칙

- 소형 가공물은 바이스 등의 고정용 공구로 고정해 작업
- 손이나 발 등 신체 부위로 고정 금지
- 작업종료 후 동력원(전기, 공압)을 차단하며 연삭숫돌의 회전이 완전히 정지되지 않은 상태에서 접촉 금지
- 유증기, 분진 등으로 인한 화재·폭발 장소에서 사용 금지



회전 중인 숫돌 접촉 금지

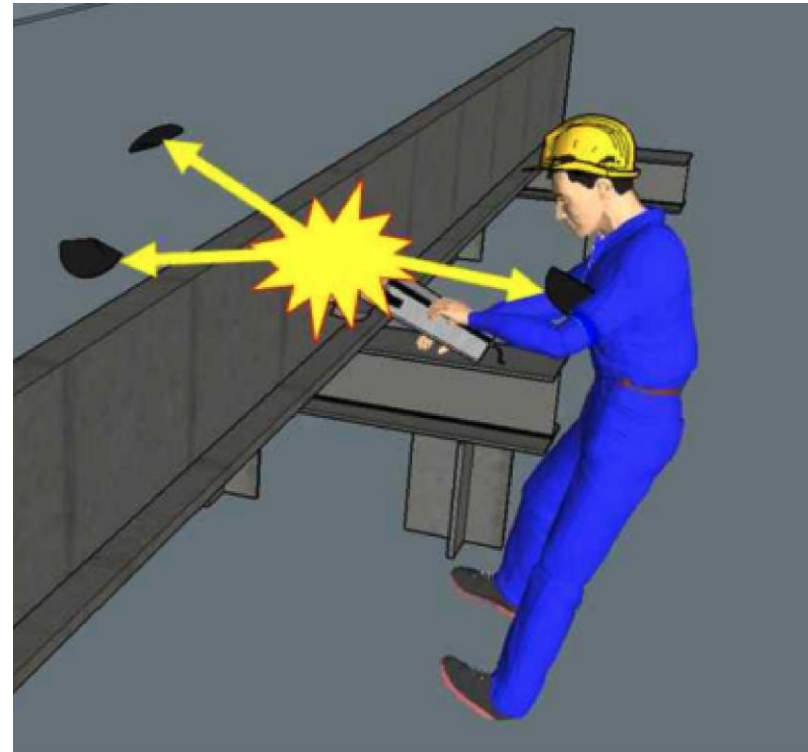
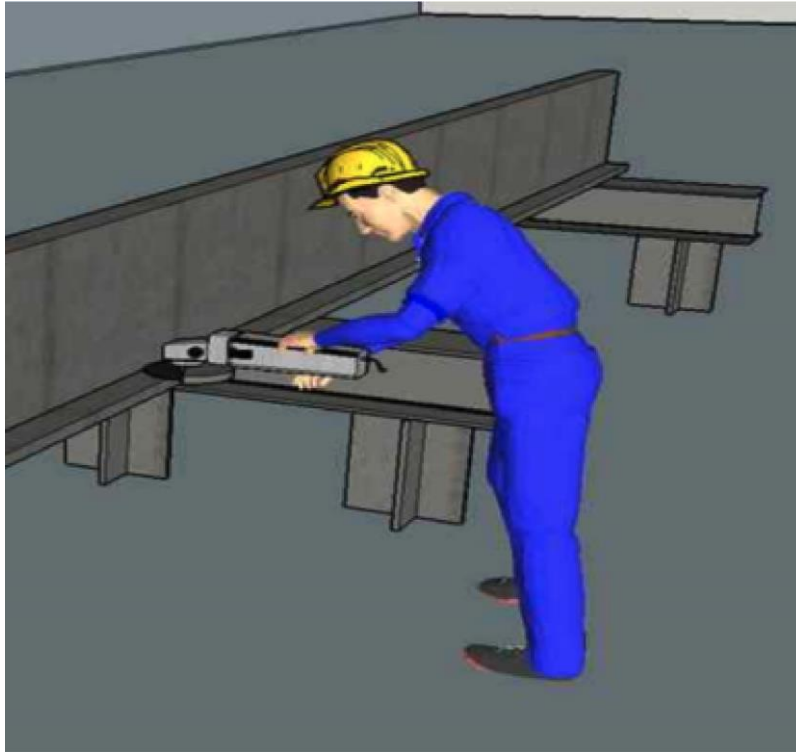


방호덮개 임의 해체

작업 시 주요 안전수칙

- 케이블은 누전차단기가 설치된 전원에 연결해 사용
- 케이블 손상 여부 등 절연 상태 수시 점검
- 우천 시 외부작업 및 물에 젖은 상태에서 사용금지
- 기타 안전한 조작 등은 제조사의 사용설명서 등을 준수
- 불안정한 자세 등으로 인해 신체에 무리가 가지 않도록 적절한 작업높이 확보

재해사례



구분	내용
재해발생개요	- 휴대용연삭기로 용접부위 수정작업 중 파손된 연삭숫돌 파편에 가슴 부위를 맞음(사망)
재해예방대책	- 휴대용연삭기 방호덮개를 해체한 상태로 작업 금지 - 휴대용연삭기 작업 전 1분 이상, 연삭숫돌 교체 시 3분 이상 시험운전 등 점검 실시

재해사례2



구분	내용
재해발생개요	- 7인치 연삭기에 16인치 연삭숫돌을 결합해 작업 중 연삭숫돌이 파손되면서 날아온 파편에 머리를 맞아 사망
재해발생원인	- 연삭숫돌 최고 회전속도 초과 사용 - 휴대용 연삭기 능력에 적합하지 않은 연삭숫돌 사용 - 방호덮개 해체 상태로 사용 - 안전모, 보안면, 보안경 등 미착용
재해예방대책	- 제조사가 정한 연삭숫돌 회전속도 준수 - 제조사가 정한 규격의 연삭숫돌 사용 - 방호덮개를 해체한 상태로 작업 금지 - 안전모, 보안면, 보안경 등 보호구 착용

참고자료

- 산업안전보건법, 시행령, 시행규칙, 산업안전보건기준에 관한 규칙
- 조선업 용접공 안전관리모델(안전보건공단, 2016)
- 안전보건 실무길잡이 1권 선박건조 및 수리업(안전보건공단, 2020-교육홍보본부-716)
- 용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지침(안전보건공단, KOSHA GUIDE F-1-2020)
- 용접방화포등의 성능 및 설치기준에 관한 기술지침(안전보건공단, KOSHA GUIDE F-4-2021)
- 아크용접장치의 설치 및 사용에 관한 기술지침(안전보건공단, KOSHA GUIDE E-76-2013)
- 가스용접 및 절단작업에 관한 기술지침(안전보건공단, KOSHA GUIDE G-7-2013)
- 휴대용 연삭기 안전작업에 관한 기술지침(안전보건공단, KOSHA GUIDE M-189-2015)
- TIG 용접기 안전작업(안전보건공단, 2011-교육미디어-1668)
- CO₂ 용접 안전작업(안전보건공단, 2011-교육미디어-1612)
- 선박 블록 내부 용접작업(안전보건공단, 2012-교육미디어-1039)
- 용접작업안전 교안(안전보건공단, 2014-교육미디어-898) 등

감사합니다

