작업전 안전점검
당신의 생명을 지킵니다

조심조심 코리아

조선업 화재·폭발 예방 매뉴얼

2015 - 안전 - 1053

고용노동부

산업재해예방
안전보건공단

조선업화재폭발예방매뉴얼-1130.indd 1 2015. 11. 30. 오후 3:48

목 차 contents

01 목적 03

02 조선업의 안전보건 특성 03

03 주요 화재·폭발 사고 04

04 안전대책 06

05 안전점검표 13

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 2 2015. 11. 30. 오후 3:48

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

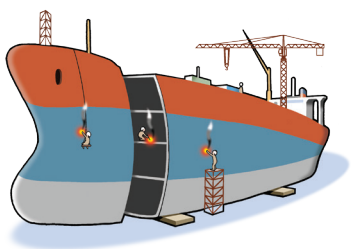
작업이 다양하고 종합적인 산업

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

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 **용접**을 통해 이루어지므로 **화재발생 위험성**이 높음

용접작업 시 화재·폭발



협력업체의 위험작업 증가

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

조선업화재폭발예방매뉴얼-최종수정-1130.indd 3 2015. 11. 30. 오후 3:48

조선업의 주요 작업특성

- 작업장소 이동이 많으며, 특히 고소작업이 많음
- 중량물을 많이 취급하며, 조립은 주로 **용접작업**에 의함
- 작업장 내 서로 다른 협력업체가 상주하고 있으며 인력변동이 많음
- 한정된 작업 공간 내에서 동시 다발적인 작업이 많으며, 특히 밀폐공간 작업이 많음
- 선박 구조의 특성으로 작업 장소가 협소함

3. 주요 화재·폭발 사고

• 조선업 화재 · 폭발 사고의 예

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

2015.8.24(월) 09:27분경 경남 거제시 소재 ○○㈜ 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 **❶코팅부위는 10분간 화재에 견디고 ❷코팅이 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)

조선업안전보건특성-사고예-1130.indd 4 2015. 11. 30. 오후 3:48

밀폐공간에 잔류된 유증기에 의한 폭발

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

재해개요

2015.7.17(금) 07:50분경 전남 여수시 소재 ○○㈜에서 트롤어선의 방향타 고정을 위해 용접작업을 하던 중 **내부에 잔류하고 있던 유증기**가 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

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

2012.10.31(금) 08:10분경 전남소재 ○○㈜ 바지선 블록 내부에 **LPG가 누설**된 상태에서 용접 작업 중 용접불티에 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 취관 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)

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 5 2015. 11. 30. 오후 3:48

산소사용으로 인한 화재

더위를 식히기 위해 공기보다 냉각효과가 큰 산소를 **에어자켓**에 사용하던 중 작업복에 불꽃이 튀어 화재 발생

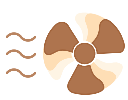
재해개요	2014.6.26(목) 11:30분경 전남 목포 ○○사업장에서 더위를 식히기 위해 에어자켓을 착용하고 산소를 주입하여 용접작업 중 불꽃이 작업복에 튀어 화재 발생(1명 사망)
재해원인	더위를 식히기 위해 사용되는 에어자켓은 공기를 사용하여야 하나, 냉각효과가 더 큰 산소를 연결하여 용접 작업 중 작업복에 불꽃이 튀어 화재발생 〈참고〉 에어자켓에 압축공기 대신 산소 사용 시 압축공기보다 시원하나, 산소는 조연성 가스로 작은 불씨에도 불이 잘 붙도록 도와주는 가스임
예방대책	• 산소와 압축공기의 **접속기구(니플) 규격을 달리**하여 산소를 사용하지 못하는 구조로 설치 • 가스배관에는 **색상구분** 및 **꼬리표** 부착

4. 안전대책

작업 전 안전대책

잠재위험의 평가

- 화기작업을 수행하기 전, 주변 상황을 고려한 위험요인을 발견하고 다음 사항을 포함한 **안전대책**을 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)



환기조치

화재·폭발 위험성의 회피

- 인화성 물질을 취급하는 설비나 장소의 주변에 화기작업은 가능한 회피, 특히, 동일한 선박 또는 블록 내에서 도장작업과 화기작업 동시작업 금지

조선업안전가이드-선정-1130.indd 6 2015. 11. 30. 오후 3:48

작업 전 위험물 제거

- 작업공간에 인화성 물질, 보온재 등 **가연물**이 존재할 경우 **제거**하거나 **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

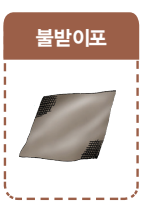
화기작업허가서 발행 · 관리

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

작업 중 안전대책

화재예방을 위한 안전대책

관계자 외 출입금지



- 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
- **도장작업**과 **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

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 7 2015. 11. 30. 오후 3:48

화재 발생 시 피해 최소화 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

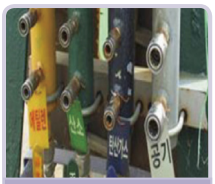
소화기 설치 위치

바닥으로부터
1.5m 이하의 곳에 비치

- 가연성 가스를 사용하는 용접 · 용단에 사용되는 매니폴더 관리
  - 가스종류별 **니플** 및 **커플링**을 **서로 다른 규격**으로 사용
  - 가스호스 연결부분은 호스밴드, 클립 등의 **전용 조임기구** 사용
  - 가스배관의 밸브와 콕에는 사용하는 작업자의 **명찰** 부착

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 8 2015. 11. 30. 오후 3:48

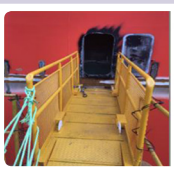
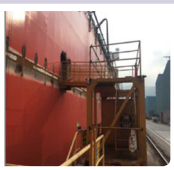
- 가스의 종류별 서로 다른 **색상의 배관 및 호스** 사용

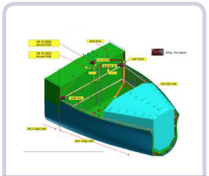

배관의 다른 색상

사용자 명찰 부착

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

- 선박내부에서 화재 발생 시 대피할 수 있도록 비상대피로 확보



비상대피로 확보


선박의 주요 대피로

- 비상탈출구, 대피로, 소화전 배치 위치, 화재위험 장소에 대한 **안내 표지판을 주 출입구에 부착**

작업환경 변화에 대한 계속적인 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 중단**하고 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

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 9 2015. 11. 30. 오후 3:48

비상대책 및 교육

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

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**

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**

조선소협력업체근로자-소책자-1130.indd 10 2015. 11. 30. 오후 3:48

화재예방 안전수칙

- **용접 및 용단작업**은 가연성 또는 인화성 물질이 없어서 **화재가 발생할 우려가 없는 지역**에서 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 사용 가능 상태로 유지하여야 함
- 그리스, 유류, 인화성 또는 가연성 물질이 덮여있는 표면에 용접 작업 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

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 11 2015. 11. 30. 오후 3:48

작업자 준수 사항

화기 작업 전

- 해당 작업에 사용되는 설비·물질 등의 **위험성 및 취급방법**을 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

화기 작업 시

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

화기 작업 후

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

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)

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 12 2015. 11. 30. 오후 3:48

5. 안전점검표

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

화기작업

No	점검항목	점검방법	점검결과		조치결과
			양호	불량	
01	각종 호스와 취관은 손상 · 마모가 없는가?	육안·기기 점검			
02	호스밴드 및 호스클립의 체결상태는 양호한가?	육안점검			
03	작업장 주변에 인화성 · 가연성 물질은 제거하였는가?	육안점검			
04	작업 시 불받이포를 사용하는가?	육안점검			
05	화재감시인은 적정한 위치에 배치되어 화재발생 요인을 감시 하고 있는가?	서류 및 육안점검			
06	밀폐공간에서 용접 작업 시 환기설비가 설치되고 충분한 환기 후 작업하는가?	육안점검			
07	작업 전 가스농도를 측정한 후 작업하는가?	기기점검			
08	작업 종료 또는 휴식 시 가스밸브를 잠그고 가스호스 및 배관을 분리하는가?	육안점검			

비상대피 EXIT

No	점검항목	점검방법	점검결과		조치결과
			양호	불량	
01	비상대피로는 확보되어 있는가?	육안점검			
02	선내 작업자를 위한 유도등은 설치되어 있는가?	육안점검			
03	비상통로 표시판은 선내에서 안전한 장소까지 적정하게 표시되어 있는가?	서류 및 육안점검			
04	비상탈출 훈련은 주기적으로 실시하고 있는가?	육안점검			
05	진수 후 외판작업자를 위한 구명환 또는 구명의 등 구조를 위한 장구는 적정한 장소에 비치되어 있는가?	서류 및 육안점검			
06	긴급구조 구난을 위한 시설 및 이에 필요한 산소 호흡기 등 장비는 확보되어 있으며 관계자에 대한 교육은 실시하고 있는가?	서류 및 육안점검			
07	응급조치교육 및 훈련은 주기적으로 실시 하는가?	서류점검			

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 13 2015. 11. 30. 오후 3:48

≪화기작업허가·승인서(예시)≫

작성일시	

□ 화기 작업 현황

작업일시	
작업구역	
작업내용	
작업조직	
작업책임자	(서명)
작업자 성명	

□ 작업 전 조치사항

No	확인사항	확인결과
01	다른 작업공정과 업무협의 및 혼재 작업에 따른 문제점은 없는가?	
02	환기 및 배기 상태는 양호한가?	
03	작업장 주변 소화기 또는 소화설비가 비치되어 있는가?	
04	작업 전 가연성 가스는 측정하고 작업하는가?	
05	작업장의 조명상태는 적정한가?	
06	안전복장 및 보호구의 착용상태는 적정한가?	
07	작업자의 건강상태는 적정한가?	
08	화재 비상상황 발생 시 대피로는 적정한가?	
09	작업특성(인적·물적·환경)을 고려한 위험요인에 대한 안전교육을 실시하였는가?	
10	이면 확인 및 주변의 인화물질 확인, 감시자 배치가 되었는가?	
11	불받이포, 방화포 등의 화재예방조치는 적정한가?	
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 18% 미만 또는 23.5% 초과 시에는 즉시 작업을 중지하고 안전조치 실시

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

작업승인서 관리사항	❶ 승인서는 작업현장에 게시 ❷ 작업 전 안전 조치사항 현장 확인 후, 작업감독자(반장) 서명함 ❸ 작업승인서에 안전담당자는 현장 모니터링 후 종합 서명하여야함

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 14 2015. 11. 30. 오후 3:48

본 매뉴얼은 안전보건공단 홈페이지에서 파일로 다운로드 받을 수 있습니다

http://www.kosha.or.kr >사업안내>산업안전>조선업재해예방기술지도>조선업자료실

문의처 부산지역본부 조선업재해예방팀 052.520.0632~0635
광주지역본부 산업안전팀 062.949.8742

조선업 화재·폭발 예방 매뉴얼

발행일 2015년 11월 초판발행

발행인 이영순

발행처 안전보건공단 산업안전실
울산광역시 중구 종가로 400

디자인 필드가이드
Tel 02.6375.2665

이 자료는 안전보건공단의 허락 없이 부분 또는 전부를 복사, 복제, 전제하는 것은 저작권법에 저촉됩니다.

산업재해예방
안전보건공단

ㅈㅗㅅㅓㄴㅇㅓㅂㅊㅐㄱㅈㅏ-ㅅㅜㅈㅓㅇ-1130.indd 16 2015. 11. 30. 오후 3:48