

화기작업 화재·폭발 예방 매뉴얼

1 목 적

- 인화성 물질을 취급하는 공정·설비와 인화성 물질이 발생 가능한 장소에서의 정비·유지 보수는 화기작업에 의한 화재·폭발 위험이 높은 작업으로 작업 전 안전조치, 인화성 가스 농도 측정 등 안전관리 활동이 필요함
- 특히 환경설비 등 부대시설에서의 용접 등 화기 작업시에는 다른 공정지역과 동일한 안전관리 활동의 수준제고가 필요함

2 화기작업의 위험요인

2.1 화재 위험

- 용접·용단 작업은 주변에 인화성 물질이 존재하지 않더라도 고온의 불꽃, 불티의 비산이나 열로 인해 화재를 일으킬 수 있음
- 연마나 드릴작업은 인화성 물질이 존재하는 경우, 작업 중 발생하는 높은 마찰열이나 스파크가 점화원으로 작용하여 화재를 일으킬 위험이 있음
- 화기작업 중 발생하는 불티는 신체에 화상 및 손상을 입힐 수 있음

■ 용접·용단 작업시 발생하는 비산불티의 특성

- ① 용접·용단 작업시 수천개의 불티가 발생하고 비산된다.
- ② 비산불티는 풍향, 풍속에 따라 비산거리가 달라진다.
- ③ 비산불티는 1,600℃ 이상의 고온체이다.
- ④ 발화원이 될 수 있는 비산불티의 크기는 직경이 0.3~3 mm 정도이다.
- ⑤ 가스 용접시의 산소의 압력, 절단속도 및 절단방향에 따라 비산불티의 양과 크기가 달라질 수 있다.
- ⑥ 비산된 후 상당시간 경과 후에도 축열에 의하여 화재를 일으키는 경향이 있다.
- ⑦ 용접·용단 작업시 높이, 철판두께, 풍속 등에 따른 불티의 비산거리(예)를 <표>에 나타내었다.

2.2 화기작업에 대한 위험성평가 누락위험

- 화기작업을 수행하기 잠재위험 전반에 대한 위험성 평가 후 위험요인을 제거하거나 최소화할 수 있는 사전 조치 등이 생략될 위험이 있음
- 밀폐된 지역에서의 수행 여부

- ① 작업 전 및 작업 중 산소농도와 유해성/인화성가스 농도 측정
- ② 환기의 필요성 및 필요한 환기유량 파악
- 화기작업 대상 설비 및 배관의 상태
 - ① 내부 물질의 배출을 통하여 대상 설비와 배관 비우기
 - ② 대상 설비 및 배관의 청소와 잔류물질 확인
- 작업구역 인근설비의 가동 여부
 - ① 작업구역 인근설비에서 취급하는 물질의 종류 및 위험성
 - ② 인근설비에 인화성물질이 잔류할 가능성
 - ③ 인근설비와의 차단
- 인화성 물질 및 독성 물질의 발생 여부
 - ① 작업 중 인화성/독성물질의 유입 또는 발생 가능성
 - ② 용접작업중 용접불티에 의한 고인화점 물질의 열분해 및 인화성가스 발생가능성
 - ③ 독성물질에 대해 필요한 개인보호구의 종류
- 출입제한 구역 설정 여부
- 소화 장비 비치 및 사용방법
- 작업 중 감독자 필요 여부

3 안전 대책

3.1 작업 전 안전대책

(1) 잠재위험의 평가가 조치

- 화기작업을 수행하기 전에 주변 상황을 고려하여 위험요인을 찾아낸 후 다음 사항을 포함한 안전대책을 적절히 수립하여 이행하여야 함
 - 화기작업이 이루어지는 지역 인근에 인화성 물질이나 독성 물질이 존재하는지 가스 농도를 측정하여 감지될 경우 원인규명 및 허용농도를 초과할 경우 작업 금지
 - 대상 설비 및 배관 인근의 설비와 차단이 필요한 경우에는 연결배관을 해체하는 것이 바람직
 - 대상 설비 및 배관 인근의 설비와의 연결배관을 해체할 수 없는 경우에는 차단밸브를 잠그고, 밸브잠금 표시 및 맹판 설치 표지를 부착하여 실수에 의한 개방을 방지

- 밀폐공간에서 작업하는 경우 환기유량이 충분한지 환기량평가 및 측정을 통하여 확인하여야 한다. 이때 통풍이나 환기를 위하여 산소 사용금지
- 화기작업용 가스공급 배관이 눌림이나 꼬임 등에 의해 파손되지 않도록 주의

(2) 화재·폭발 위험성의 회피

- 인화성 물질을 취급하는 설비나 배관 및 그 주변에서의 화기작업은 가능한 한 회피

(3) 작업전 위험물의 제거

- 인화성 물질을 취급하였던 설비나 배관이 화기작업의 대상이 되는 경우에는 화기작업 전에 설비 및 배관을 적합한 상태로 준비하여야 함

- 배관 및 설비 내부의 물질을 안전한 장소로 배관을 통해 완전히 비워야 한다. 이때 하수로나 개방된 공간으로 누출금지
- 배관 및 설비 내부를 물, 스팀 혹은 적합한 용제를 사용하여 청소하여야 하고, 이때 세정이 안전하게 수행되도록 위험성평가를 통해 안전한 관리방법 및 대책을 수립하는 것이 바람직
- 배관 및 설비 내부의 휘발성 물질 및 가스는 공기나 스팀을 불어넣어 제거하고 가스검지기로 내부농도를 측정하여 허용농도 이하임을 필히 확인
- 배관 및 설비 내부에 고체나 비휘발성 물질의 잔류여부는 거울이나 손전등 등을 이용하여 확인하는 것이 바람직
- 화기작업 시작 전에 가스농도를 확인하였다고 할지라도 화기작업의 불티, 열 혹은 복사열 등으로 인화성 증기가 발생 또는 배관열림으로 가스가 유입되어 어느 순간 예고없이 위험상황이 초래될 수 있으므로 작업기간 중 연속적으로 가스농도를 측정하여 허용농도 이하임을 확인하여야 한다(측정치 기록은 주기적으로 실시). 만일 가스농도가 허용농도를 넘어설 경우에는 즉각 작업을 중지하고 원인규명 후 안전이 확보된 후 작업재기

- (4) 배관 및 설비에 인접하여 화기작업이 이루어지는 경우, 인근 배관 및 설비 내의 위험 물질을 완전히 비우거나 연결 배관을 해체하는 것이 바람직하다. 만일 완전히 비우거나 배관 해체가 어려울 경우에는 차단밸브를 잠그고 작업 중 개방되지 않도록 잠금장치 또는 조작금지 표지설치

- (5) 화기작업을 수행하기 전에 화기작업허가서를 발행하는 것이 바람직하다.

3.2 작업 중 안전대책

(1) 작업환경 변화에 대한 지속적인 모니터링과 점검 필요

- 작업 중에도 작업장 주변환경이 어느 순간 변할수 있으므로, 측정대상 가스와 산소의

연속적인 측정 및 안전조치 사항의 수시확인 등이 필요

- 인근 설비나 배관에서 인화성 물질이 취급되는 경우, 작업 전 및 작업 중 인화성 물질의 가스농도의 계속 측정하여 이상징후 발생시 작업중단하고 반드시 원인규명하여 개선조치하고 재측정하여 안전이 확인된 후 작업재개
- 화기작업 중 휴식 등의 이유로 작업을 중단하였다면 작업을 다시 시작하기 전에 인화성 물질의 가스농도를 측정하여 허용농도 이하임을 확인

(2) 화기작업장소의 관리 철저

○ 화기작업이 이루어지는 지역을 설정한 후 다음과 같이 관리철저

- 관계자 외의 출입을 금지하고, 표지판을 설치
- 불필요한 가연성 물질은 화기작업 영향구역 밖으로 이동하고, 개방된 맨홀과 하수구 등을 밀폐
- 작업 중 용접불티 등에 의한 화재가 발생하지 않도록 비산불티차단막 또는 불받이포 설치
- 밀폐공간에서 화기작업이 이루어지는 경우, 환기설비를 가동하여 신선한 공기를 공급하고 작업 중 발생할 수 있는 유해가스의 농도를 계속 측정

용접·용단 작업시 불티의 비산거리(예)

높이 (m)	철판두께 (mm)	작업의 종류	불티의 비산거리(m)				풍 속 (m/s)
			역 풍(4)		순 풍(3)		
			1차불티(1)	2차불티(2)	1차불티(1)	2차불티(2)	
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	10.0	15.0	
	4.5	아래방향	6.5	14.0	-	-	
	9		7.0	10.0	-	-	
	16		8.0	10.0	-	-	

주) (1) 1차불티 : 용접·용단시 발생하는 불티

(2) 2차불티 : 1차불티가 지면에 낙하하여 반사되면서 2차적으로 비산하는 불티

(3) 순 풍 : 바람을 등지고 작업할 때

(4) 역 풍 : 바람을 향하고 작업할 때

3.3 비상대책 및 교육

(1) 비상조치계획 등 대책 마련

- 작업 중 화재가 발생한 경우 신속하게 소화할 수 있는 장비를 비치
- 작업 중 화재가 발생한 경우 신속한 대피방법을 숙지하고, 대피로 등을 확인한 후 작업을 시작

(2) 작업전 작업계획서의 작성 및 해단 근로자 교육강화

- 화기작업을 수행하기 전에 다음 사항이 포함된 작업계획서를 작성하고, 근로자에게 충분한 교육을 실시
 - 화기작업 영향구역 내에서 취급되는 물질에 대한 정보
 - 화기작업 영향구역 내에서 차단이 필요한 설비, 배관, 맨홀 및 하수구 등에 대한 정보
 - 화기작업 위험성평가 결과에 따른 위험요인과 안전대책
 - 작업시간 및 작업 표지의 내용과 부착
 - 필요한 개인보호구, 비산블티차단막 및 소화장비 등의 수량
 - 비상조치 및 대피방법

(3) 외부 협력업체에 대한 정보공지 및 관리강화

- 외부 협력업체 근로자가 화기작업을 실시하는 경우, 화기작업계획서의 내용과 근로자가 그 내용을 충분히 숙지하고 있는지 확인하고,
 - 감독자를 배치한 후에 작업이 진행되도록 관리감독 강화

4.4 용접·용단 작업시의 화재예방 안전수칙

(1) 일반사항

- 용접 및 용단작업은 정비실 또는 가연성, 인화성 물질이 없는 내화건축물 내에서와 같은 화재안전지역에서 실시하는 것을 원칙으로 함
- 용접 및 용단작업을 안전한 지역으로 옮겨서 실시할 수 없을 경우에는 가연성물질의 제거 등 그 지역을 화재안전지역으로 조성해야 함
- 위험물질을 보관하던 배관, 용기, 드럼에 대한 용접·용단 작업시에는 내부에 폭발이나 화재위험물질이 없는 것을 확인
- 블티 비산거리내에는 기름, 도료, 걸레, 내장재 조각, 전선, 나무토막 등 가연성물질과 폐기물 쓰레기 등이 없도록 바닥을 청소

- 불티가 인접지역으로 비산하는 것을 방지하기 위해 작업장소에서 불티 비산거리내의 벽, 바닥, 덕트의 개구부 또는 틈새는 빈틈없이 밀폐 및 밀봉조치 실시
- 바람의 영향으로 용접 및 용단불티가 운전중인 설비근처로 비산할 가능성이 있을 때에는 작업을 중단
- 예상되는 화재의 종류에 적합한 소화기를 작업장에 비치해야 하며 주위에 소화전이 설치되어 있으면, 즉시 사용할 수 있도록 준비
- 그리스, 유류, 인화성 또는 가연성 물질이 덮여 있는 표면에서 용접금지
- 통풍, 냉각 그리고 옷에 묻은 먼지를 털어내기 위해 산소를 사용금지
- 용접작업자는 내열성의 장갑, 앞치마, 안전모, 보안경 등의 보호구를 착용
- 폭발물 혹은 가연성 물질을 담은 용기에 용접·용단작업 금지 단, 부득이 용접·용단작업을 실시할 경우에는 용기내부를 불활성가스로 확실히 대체한 후에 실시

(2) 밀폐공간에서의 작업시 유의사항

도장작업을 한 탱크, 기름을 넣었던 탱크, 피트 등의 밀폐된 공간에서는 다음 각호의 안전조치에 따라 작업 실시

- 가연성, 폭발성 기체나 유독가스의 존재 여부 및 산소결핍 여부를 작업 전에 반드시 점검하고, 작업중 지속적으로 공기 중 가연성 가스 및 산소농도 점검
- 밀폐공간에 연결되는 모든 파이프, 덕트, 전선 등은 작업에 지장을 주지 않는 한 연결을 끊거나 막아서 작업장내로 유출되지 않도록 조치
- 작업 중 지속적으로 환기 실시
- 용접에 필요한 가스실린더나 전기동력원은 밀폐공간 외부의 안전한 곳에 배치
- 밀폐공간 외부에는 반드시 감시인 1명을 배치하여 육안이나 대화로 확인하고, 작업자의 출입을 돕거나 구조활동에 참여
- 감시인은 작업자가 내부에 있을 때는 항상 정위치하며, 필요한 개인보호 장비와 공기호흡기 등 구조장비를 현장에 비치
- 밀폐공간에 출입하는 작업자는 안전대 또는 생명줄 및 보호구를 포함하여 적절한 개인보호장비를 구비
- 탱크내부 등 통풍이 불충분한 장소에서 용접작업시는 탱크내부의 산소농도를 측정하여 산소농도가 18 % ~ 23.5 % 이하가 되는지 확인하고, 유입된 가스의 위험성을 파악하여 공기호흡기 등 필요한 보호구를 착용

(3) 용접·용단 작업허가 및 허가서 작성 강화

- 용접·용단 작업허가 및 작업허가서 작성 관한 사항은 KOSHA GUIDE “안전작업허가 지침”을 준용하여 현장위험성의 직접확인, 사전안전조치 등을 중심으로 철저히 운영

《화기작업허가서 예시》

※ 본 작업허가서는 작업 중 반드시 현장에 게시할 것.

화재신고: xxx-xxxx 구급신고: xxx-xxxx

화기작업허가서				허가일자			
				허가번호			
				표기법		필요시 <input checked="" type="checkbox"/> , 확인 시 <input checked="" type="checkbox"/>	
신청인: 부서		직책		성명			
작업수행시간				()월 ()일 ()시부터 ()시까지			
작업장소 및 설비(기기)		작업지역		작업종류		□ 용접/용단, □ 점화, 기타 ()	
		장치번호		작업내용			
		장치명					
안전조치요구사항	공정 및 기기 내 물질 방출 및 처리 (내용물 제거)			□	○	필요한 안전기구	
	불활성 가스 치환 (Line 및 Tank 내 Purge)			□	○	보안경	□
	밸브 차단 및 차단표시 부착 (가스 및 위험물 차단)			□	○	안면보호구	□
	맹판 설치 및 표식 부착 (수량:)			□	○	소음보호구	□
	용기 개방 및 압력방출			□	○	가스마스크	□
	용기 내부 세정			□	○	분진마스크	□
	전원차단, 잠금 및 위험표시 부착			□	○	공기마스크	□
	불꽃 비산방지용 소방담요 등의 설치			□	○	고무장갑	□
	작업장 주위에 경계표지 및 안전표지			□	○	안전벨트	□
	작업장 주위 인화성 물질 제거			□	○	내산복	□
	가스 점검 ()시간 마다 ()회			□	○	안전로프	□
	작업장 주위 소화기 준비 및 소화시설 기능 확인			□	○	소방담요	□
	고소작업 시 안전벨트 착용 및 안전망 설치			□	○	비계 또는 사다리	□
	작업에 따른 공정상의 위험성에 대한 안전교육			□	○	기타	
기타 특별 요구사항:							
첨부서류: 차단밸브 및 맹판 설치 위치표시 도면 <input type="checkbox"/> 소화기 목록 <input type="checkbox"/>							
가스점검	※ 가스검지는 반드시 작업시작 전부터 종료시까지 실시 및 작업전, 휴식 및 점심시간 후, 교대근무변경 시 아래에 측정치 기록						
	가스명	농도	점검시간	점검자/서명	가스명	농도	점검시간
			시 분				시 분
			시 분				시 분
안전조치 확인				작업완료 확인			
감독자: (인) 안전담당자: (인)				완료시간: 월 일 시 분 확인자: (인)			
비고							