

KOSHA GUIDE

C - 109 - 2017

화학플랜트 개·보수 공사
안전보건작업 기술지침

2017. 10

한국산업안전보건공단

안전보건기술지침의 개요

- 작성자 : 동아대학교 정지현
- 제 · 개정경과
 - 2017년 10월 건설안전분야 제정위원회 심의(제정)
- 관련규격 및 자료
 - KOSHA GUIDE-P-94-2013(안전작업허가 지침)
 - KOSHA GUIDE-O-4-2011(화학공장의 정비보수에 관한 안전관리지침)
 - KOSHA GUIDE-X-68-2015(밀폐공간 위험관리에 관한 기술지침)
- 관련 법규 · 규칙 · 고시 등
 - 산업안전보건법 제42조2(공정안전보고서 제출 등)
 - 산업안전보건기준에 관한 규칙 제278조(개조 · 수리 등)
 - 공정안전보고서의 제출·심사·확인 및 이행상태평가 등에 관한 규정(고용노동부고시 제2016-40호)
- 기술지침의 적용 및 문의
 - 이 기술지침에 대한 의견 또는 문의는 한국산업안전보건공단 홈페이지(www.kosha.or.kr) 안전보건기술지침 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
 - 동 지침 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자 : 2017년 10월 31일

제 정 자 : 한국산업안전보건공단 이사장

화학플랜트 개·보수 공사 안전보건작업 기술지침

1. 목적

이 지침은 화학플랜트 설비의 개·보수 작업 시 발생할 수 있는 재해를 예방하기 위하여 고위험 작업별 안전보건작업 기술지침을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 지침은 화학플랜트 설비의 개·보수 공사 시 화기작업, 밀폐공간 작업, 정전작업이 필요한 작업, 설비 해체 및 설치작업, 설비 재가동 작업 등에 적용한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 지침에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “개·보수”라 함은 노후화되거나 고장난 플랜트 설비의 성능이나 기능을 회복 시키기 위해 전면적 또는 부분적으로 정비 또는 수리하는 공사를 말한다.

(나) “화기작업”이라 함은 용접, 용단 등 화염 또는 스파크를 발생시키는 작업으로 또는 인화성·가연성 물질의 점화원이 될 수 있는 작업을 말한다.

(다) “밀폐공간”이라 함은 환기가 불충분한 상태에서 산소결핍이나 유해가스로 인한 중독·화재·폭발 등의 위험이 있는 장소로서 산업안전보건기준에 관한 규칙 <별표18>에서 정한 장소를 말하며 <부록 1>을 참조한다.

(라) “정전작업”이라 함은 설비 또는 전로의 설치·해체·정비작업 시 감전 또는 기계·기구의 예기치 않은 작동을 방지하기 위하여 전원을 차단하고 수행하는 작업을 말한다.

(마) “재가동”이라 함은 플랜트 개·보수를 위해 설비의 가동을 일시 중단하고 기계, 배관, 전기 등 작업이 완료된 후 설비의 가동을 다시 시작하는 것을 말한다.

- (바) “정기보수(Turn Around, Overhaul)”라 함은 정기적으로 단위공장의 가동을 중단(shutdown)하고 정비하는 작업을 말한다.
- (사) “일반보수(유지보수)”라 함은 해당 공정의 정비, 수리를 위해 비정기적으로 수행하는 작업을 말한다.
- (아) “긴급보수”라 함은 갑작스러운 문제 발생 시 단시간에 완료되어야 하는 수리작업을 말한다.
- (자) “발주자”라 함은 유해·위험설비를 보유한 사업주로서 플랜트 개·보수 공사를 도급계약에 의하여 다른 사업주에게 도급을 준 업체의 사업주를 말한다.
- (차) “도급업체”라 함은 플랜트 개·보수 공사를 도급계약에 의하여 수행하는 업체를 말한다.
- (카) “하도급”이라 함은 도급받은 건설공사의 일부를 다시 도급하기 위하여 도급업체가 하도급업체와 체결하는 계약을 말한다.
- (타) “안전작업허가서”라 함은 발주자가 현장의 안전 상태를 확인한 후 최종적으로 작업을 허가하는 내용의 문서를 말한다.
- (파) “맹판”이라 함은 유체의 흐름을 완전히 차단하기 위한 배관 요소로서 플랜지 사이, 밸브 또는 화학설비 등의 플랜지 말단에 설치하는 금속판을 말하며, 그 종류중 일부는 <그림 1~3>과 같다.

<그림 1> 패들 블라인드	<그림 2> 스펙터클 블라인드	<그림 3> 벤트 블라인드
		

- (2) 그 밖의 이 지침에서 사용하는 용어의 정의는 이 지침이 특별히 규정하는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 같은 법 시행령, 같은 법 시행규칙, 안전보건규칙 및 고시에서 정하는 바에 따른다.

4. 주체별 주요 임무

4.1 발주자의 주요 임무

- (1) 공사 수행에 대한 도급계약을 체결할 경우, 발주자는 근로자들이 작업하는 공정에서의 화학물질 및 취급설비에 대한 유해·위험정보(가스누출·화재 또는 폭발의 위험성 등) 및 비상조치계획 등의 정보를 도급업체에 미리 제공하여야 한다.
- (2) 도급업체 선정 시 재해율, 안전작업 수행능력 등 안전보건 분야에 대한 평가를 실시하여 공사에 적합한 업체를 선정하여야 한다.
- (3) 다수의 도급업체 작업이 혼재되어 수행되는 경우, 단위 작업에 대한 위험은 물론 각 작업이 다른 작업에 어떤 위험을 미칠 수 있는지 검토하여 위험요소를 관리하여야 한다.
- (4) 근로자가 공정 시설에 대한 개·보수 등의 작업을 할 때 필요한 위험물질 등의 제거, 격리 등의 조치가 완료된 후에 다음과 같이 안전작업허가서를 발급하여야 한다.
 - (가) 안전작업허가서는 발주자가 관리하는 안전보건관리 책임자가 승인한 후 발급한다.
 - (나) 안전작업허가서를 발급받아야 할 주요 고위험 작업 대상은 아래와 같으며, 안전작업허가 절차의 “예”는 <부록 2>를 참조한다.
 - ① 화기작업
 - ② 밀폐공간 작업
 - ③ 정전작업이 필요한 작업
 - ④ 설비 해체 및 설치작업
 - (다) 발주자는 안전작업허가서 발급에 앞서 기술자료 및 도면과 현장 확인을 통해 안전작업에 필요한 조치사항이 완료되었는지 확인·점검하여야 한다.
 - (라) 그 외의 안전작업허가와 관련된 사항은 KOSHA GUIDE P-94-2013(안전작업허가 지침)을 참조하여야 한다.
- (5) 화기작업, 밀폐공간 작업 등 도급업체 근로자가 작업하는 고위험 작업에 대해 주기적으로 점검하고, 문제점이 발견되면 도급업체 사업주에게 통보·개선토록 하여야 한다.

4.2 도급업체 사업주의 주요 임무

- (1) 화기작업, 밀폐공간 작업 등 고위험 작업에 대한 소속 근로자 안전보건교육, 해당 작업에 대한 작업표준 작성 및 작업 공정에 대한 위험성평가를 실시하여야 한다.
- (2) 근로자에게 작업환경에 따른 유해·위험요인별로 <표 1>과 같은 보호구를 지급·착용하도록 하고 소방·구호장비를 구비하여야 한다.

<표 1> 보호구 및 소방·구호장비

보호구	일반 보호구	안전모, 안전대, 안전화, 보안경, 보안면, 귀마개·귀덮개
	호흡용 보호구	방진마스크, 방독마스크, 송기마스크, 전동식 호흡보호구
	내화학 보호구	전신보호복, 부분보호복, 화학물질용 안전장갑·안전장화
소방·구호장비		소화기, 휴대용비상조명등, 사다리, 섬유로프, 인공소생기, 확성기, 호각, 통화장치, 구조용 들것

- (3) 화학물질을 취급해야 하는 경우, 물질안전보건자료(MSDS)를 화학물질 취급 작업장 내에 비치하여야 하며, 저장용기에 경고표시를 하고 취급하는 근로자에 대한 교육을 실시하여야 한다.
- (4) 소속 근로자에게 플랜트 개·보수 공사 시 발생할 수 있는 화재·폭발, 질식, 감전 등의 위험성과 비상 시 조치 사항에 대해 주지시키고 충분히 알고 있는지 확인하여야 한다.
- (5) 현장에서 수행되는 주요 고위험 작업에 대해서 발주자로부터 안전작업허가서를 발급 받은 후 작업하여야 한다.
- (6) 화기작업 시 폭발성·발화성·인화성 물질의 농도를 측정하고, 밀폐공간 작업 시에는 산소 및 유해가스 농도를 측정하여야 한다.

5. 작업계획 수립

- (1) 플랜트 개·보수 공사를 위한 작업계획 수립 시 관련 법령(산업안전보건법령, 동 고시 및 안전보건공단 지침 등)을 반영하고 각 작업의 특성을 고려하여야 한다.
- (2) 정기보수, 일반보수, 긴급보수 계획 수립 시 <표 2>와 같이 위험요인의 특성을 반영하여야 한다.

<표 2> 보수 공사 종류별 위험요인 특성

구 분	위험요인 특성
정기보수 (Turn Around, Overhaul)	단시간에 동시다발적인 여러 작업이 진행되고 다수의 외부 근로자가 참여하기 때문에 잔류 위험물질 등에 의한 대형 사고의 위험이 높음
일반보수(유지보수)	위험물의 누출에 따른 화재, 폭발 위험이 높음
긴급보수	유해·위험요인을 충분히 고려하지 않은 상태로 갑작스럽게 작업을 수행함으로써 대형 사고의 위험이 높음

- (3) 작업별 특성에 따라 다음의 사항을 고려하여 작업계획을 수립해야 한다.
 - (가) 유해·위험 설비에 대한 정비·수리 작업 등을 도급 시
발주자는 위험요소 및 화학물질 정보의 공유, 적절한 안전보건조치, 사고 발생 시 신속한 대응 등을 위한 관리체계 및 비상연락망을 구축하여야 한다.
 - (나) 여러 개의 작업이 동시에 시행될 때
 - ① 모든 단위 작업에 대한 위험성 평가를 실시하여야 한다.
 - ② 각 작업이 다른 작업에 어떤 요인(위험)으로 작용할 수 있는지 충분히 검토하여 작업 간 연계된 위험요소를 파악하고 이를 근로자에게 주지시켜야 한다.
- (4) 도급업체의 하도급 시 다음 사항을 고려하여 작업계획을 수립하여야 한다.
 - (가) 도급업체는 하도급업체 근로자에게 화학물질 및 취급설비에 대한 유해·위험정보를 미리 제공하여야 한다.
 - (나) 도급업체는 하도급업체 근로자에게 화기작업 등 고위험 작업의 위험요소 및 안전대책을 주지시키고 이에 관한 안전교육을 실시하여야 한다.

- (다) 도급업체의 안전관리자 또는 관리감독자가 상주하여 위험요소를 사전에 확인·제거하여 안전이 확보된 상태에서 작업이 진행되도록 하여야 한다.
- (5) 해당 플랜트의 기존 개·보수 공사 내용 및 각 설비별 보수 이력(설계사양 및 데이터, 정비내용 등)을 반영하여야 한다.
- (6) 작업계획, 공정 및 화학물질 취급 계획 등은 작업환경 및 근로자의 안전을 고려하여야 한다.
- (7) 환기시설, 가스측정기, 감지기(경보기), 소방설비 및 비상발전기 등 비상조치에 필요한 각종 장비 구비 및 점검에 관한 사항을 반영하여야 한다.
- (8) 화재·폭발 및 독성물질 누출에 대한 비상조치 계획의 수립은 가장 심각한 상황을 기반으로 하여야 한다.
- (9) 신속한 상황 판단과 의사 결정을 위한 비상 연락망을 구축하고, 비상사태를 주변 사업장 또는 인근 지역에 전파할 수 있는 정보·안내 체계를 갖출 수 있도록 계획하여야 한다.
- (10) 화기작업, 밀폐공간 작업 등 고위험 작업 중심으로 근로자 안전보건 교육 실시 계획을 수립하여야 한다.
- (11) 공정안전보고서(PSM)대상 사업장의 경우 화재·폭발 및 위험물질 누출 예방 중심으로 공정안전자료, 공정위험성평가서, 안전운전계획, 비상조치 계획을 작성하여야 한다.

6. 고위험 작업별 안전보건 조치

6.1 화기작업

위험지역으로 구분되는 장소에서 화기작업을 하고자 할 때에는 화재·폭발 위험을 예방하기 위하여 다음 사항에 유의하여 작업하여야 한다.

- (1) 안전작업허가서에 의해 허가된 작업을 하여야 하고 화재감시인을 지정·배치 하여야 한다.
- (2) 화학설비 및 부속설비의 내부 또는 인접하여 화기작업을 수행할 때에는 위험 물질의 방출 및 처리를 위하여 화학설비 및 부속설비 내 가연성·인화성 물질을 완전히 비우고 세정한 후 가스농도 및 잔류 분진 여부를 확인하고 그 결과를 기록·보존하여야 한다.
- (3) 화학설비 및 부속설비의 격리를 위하여 밸브를 차단한 후 맹판을 설치하는 경우 가연성·인화성 물질이 존재하는 부위는 스파크가 발생되지 않는 공구 또는 도구를 사용하여야 하며 소화기 등의 소방시설 비치 후 작업하여야 한다.
- (4) 화기작업을 위하여 밸브를 차단하거나 맹판을 설치할 때 밸브 잠금표시 및 맹판설치 표시를 부착하여 관계자 외 조작하지 못하도록 하여야 한다.
- (5) 화기작업에 의한 화재·폭발 위험이 있을 경우 장치 내 모든 작동부분에 대한 에너지원(전기, 가스 등)을 차단 후 차단 스위치의 임의조작을 방지하기 위하여 다음 사항에 주의하여 잠금장치(Lock-Out)와 꼬리표(Tag-Out)를 부착하여야 한다.
 - (가) 잠금장치와 꼬리표는 함께 위치하도록 한다.
 - (나) 잠금장치와 꼬리표 설치의 동시에 수행되어야 하며, 설치한 근로자가 직접 철거하여야 한다.
 - (다) 잠금장치와 꼬리표 관련 절차는 정확하고 명확히 문서화되어야 한다.
 - (라) 잠금장치와 꼬리표 설치 및 철거하는 순서를 확정하고 담당자를 선임 하여 확인 절차 없이 재가동 되는 경우가 없도록 하여야 한다.
- (6) 화기 작업을 시작하기 전 및 작업 중 가연성가스 및 잔류 분진 여부를 확인 하고 안전한 상태인지 확인하여야 한다.
- (7) 작업 인근지역의 가연성·인화성 물질을 제거하고 화염에 대한 비산 방지 조치를 하여야 한다.
- (8) 용접·용단으로 인해 불꽃, 스파크, 슬래그가 튀지 않도록 비산불티차단막·불받이포 등 차폐시설을 설치하고, 용접·용단 장소 인근의 개구부는 폐쇄 조치를 하여야 한다.

- (9) 아세틸렌, 산소가스 용기는 가연성·인화성 물질 및 용접·용단 시 발생하는 불꽃, 스파크, 슬래그로부터 안전거리 이상 이격하거나 보호조치하고 전도 방지조치를 하여 저장·취급하여야 한다.
- (10) 산소를 공급하는 배관은 표면에 이물질이나 기름 성분 등이 있을 경우 화재가 발생할 수 있으므로 화재 위험이 없도록 이물질이나 기름 성분을 제거하고 작업하여야 한다.
- (11) 비상사태 발생 시 대응할 수 있도록 비상탈출구 확인, 비상연락, 응급조치 등 행동요령을 근로자에게 주지시켜야 한다.

6.2 밀폐공간 작업

밀폐공간에서 작업을 하고자 할 때에는 산소결핍, 유해가스로 인한 질식, 화재·폭발 위험을 예방하기 위하여 다음 사항에 유의하여 작업하여야 한다.

- (1) 안전관리자 또는 관리감독자는 밀폐공간 출입자의 작업내용, 유해·위험 요소, 안전작업 절차 등에 대한 사전 교육 이수 여부를 확인하여야 한다.
- (2) 밀폐공간에서 작업 시 안전관리자 또는 관리감독자, 감시인은 작업 전 위험요인에 대해 점검하여 사전 조치하고, 작업 중에는 근로자 안전보건 사항에 대해 철저히 관리·감독하여야 한다.
- (3) 근로자가 화학설비 또는 화학설비가 있는 밀폐공간에 출입하여 청소, 검사, 보수 및 시험 등을 할 경우 다른 화학설비 및 부속설비와 연결된 부분에는 맹판 설치, 배관 분리 등을 통해 화학물질이 완전히 차단되도록 하여야 한다.
- (4) 유해가스 등으로 질식 또는 중독의 우려가 있는 곳에서 맹판을 설치할 때에는 공기호흡기 등의 안전보호장구를 착용한 후 작업하여야 한다.
- (5) 파이프 등의 공급라인, 저장탱크 용기 등에 존재하는 물질(스팀, 액화가스 등)의 차단이 필요한 경우에는 차단 후 잠금장치(Lock-Out)와 꼬리표(Tag-Out)를 부착하여야 한다.

- (6) 화학설비 내부는 다음과 같이 물세척, 불활성가스에 의한 치환 등의 방법으로 세척하여야 한다.
- (가) 화학설비 내 화학물질이 수용성(액화석유가스, 아세톤, 에틸알콜 등)이면 물을 설비 내 주입하고 배수시키는 방법으로 화학물질을 제거하고, 배출 시 화학설비 내 증기공간이 생기지 않도록 증기 배출구를 만들어야 한다.
 - (나) 물세척이 부적당한 경우는 불활성가스(Inert Gas)에 의한 치환 후 작업 전 산소농도를 측정하고 최소 18% 이상~23.5% 미만일 때 화학설비 내 출입을 하여야 한다.
- (7) 화학설비 내부를 세척한 후 설비 내에 가연성·인화성 물질 및 독성물질 등의 체류 여부를 확인하기 위하여 유해가스 농도를 측정하고 유해 농도 미만인지 여부를 확인하여야 한다.
- (8) 화학설비 내 위험물 제거 후 다음 중 위험물질의 특성에 따라 가스농도를 측정하고 그 결과가 다음과 같이 안전한 상태로 확인될 때까지 화학설비 내 근로자 출입을 제한하여야 한다.
- (가) 산 소 농 도 : 18% 이상 23.5% 미만
 - (나) 탄산가스농도 : 1.5% 미만
 - (다) 일 산 화 탄 소 : 25ppm 미만
 - (라) 황화수소농도 : 10ppm 미만
- (9) 인화성 액체의 증기, 인화성 가스 또는 인화성 고체가 존재하여 화재 및 폭발의 우려가 있는 장소에서는 다음 사항에 대해 조치 후 작업하여야 한다.
- (가) 증기, 가스, 분진에 의한 폭발 또는 화재를 예방하기 위하여 통풍, 환기 및 분진 제거 등의 조치를 하여한다.
 - (나) 폭발이나 화재를 발생시킬 수 있는 증기나 가스를 미리 감지하기 위하여 가스 검지 및 경보장치를 설치하여야 한다.
- (10) 산소결핍 위험장소에서는 다음 사항에 주의하여야 한다.
- (가) 공기공급식 호흡용 보호구(송기마스크, 공기호흡기, 산소호흡기)를 작업장에 비치하여 근로자가 착용 후 작업하도록 한다.
 - (나) 송기마스크(Air Line Mask) 사용 시 다음의 조치를 하여야 한다.
 - ① 신선한 공기 공급을 위해 압축공기관 내 활성탄을 사용하여 기름을 제거하고, 공기공급관(에어라인)에 여과장치를 설치하여 분진·오일·수분 등을 제거하여야 한다.

- ② 사용 전 연결관 등의 부품 열화 및 호스의 변형, 파열, 비틀림 등을 확인하여야 한다.
 - ③ 사용 시 공기통의 공기 잔량을 확인하여 사용시간에 대한 기록관리를 하여야 한다.
 - ④ 정전 등으로 인해 공기 공급이 중단되는 경우를 대비하여 자가발전설비를 준비하여야 한다.
- (다) 호흡용 보호구 외 사다리 및 섬유로프 등 비상시에 근로자를 대피시키거나 구출하기 위하여 필요한 기구를 비치하도록 한다.
- (라) 작업 입회자는 밀폐공간 출입 시 입회하고 필요한 경우 출입 시의 안전을 확인한 후 밀폐공간 외부에 감시자를 배치하여야 하고, 응급상황 발생 시 구조요청을 하여야 한다.

(11) 그 외의 밀폐공간 작업과 관련된 사항은 KOSHA GUIDE X-68-2015(밀폐공간 위험관리에 관한 기술지침)을 참조하여야 한다.

6.3 정전작업이 필요한 작업

근로자가 작업 수행중 감전 위험이 높고, 전기설비에 의한 불꽃으로 가연성·인화성 물질의 점화원이 되어 화재·폭발 위험이 있을 경우 다음 사항에 유의하여 작업하여야 한다.

- (1) 정전범위, 정전순서, 정전 확인순서, 전원 재투입 순서 및 개폐기 관리 등에 관한 사항을 확인하여야 한다.
- (2) 작업 착수 전에 기기 등의 동력을 차단하고, 예기치 않게 작동되지 않도록 동력 통제를 하고, 수시로 확인하여야 한다.
- (3) 안전작업허가서에 차단하여야 할 기기 번호, 기기명, 담당자 등의 이름을 빠짐없이 기재하여야 한다.
- (4) 차단해야 할 기기의 전원개폐기(현장 스위치)는 기기 담당 운전원(현장 운전원)이 직접 차단하여야 한다.
- (5) 현장 스위치를 제외한 주차단 스위치, 기기 차단기, 시험전원 등은 전기 담당자가 직접 차단하여야 한다.

- (6) 전기 담당자의 주차단기의 조작과 운전원의 현장 스위치의 차단은 상호 연락하여 수행되어야 하며, 완전히 차단되었음을 확인한 후에는 잠금장치(Lock-Out)와 꼬리표(Tag-Out)를 부착하여야 한다.
- (7) 스위치의 잠금장치 열쇠는 현장 운전원 또는 전기 담당자가 보관하고 꼬리표에는 작업명, 작업시간, 근로자, 연락처 등을 기재하여야 한다.
- (8) 안전작업허가기간을 초과하여 작업이 진행될 경우에는 초과기간에 대하여 안전작업허가서를 재승인 받아야 하며, 꼬리표 역시 재작성하여 부착하여야 한다.
- (9) 작업이 완료되면 전기 담당자는 해당 작업 근로자로부터 작업이 완료되었음을 확인받은 후 전원을 투입하여야 한다.

6.4 설비 해체 및 설치작업

중장비 등을 사용하여 기존 설비를 해체하거나 신규 설비를 설치할 때 화재·폭발, 물체에 맞음, 끼임 등의 위험이 있을 경우 다음 사항에 유의하여 작업하여야 한다.

- (1) 반응기, 흡수탑, 탱크 등 설비 해체작업 시 다음 사항을 준수하여야 한다.
 - (가) 설비 취급 물질에 대한 사전조사를 실시하고, 해체 방법 및 순서 등이 포함된 작업계획서를 작성·준수한다.
 - (나) 설비 내부에 가연성·인화성 물질이 잔존하지 않도록 물세척 등의 방법으로 완벽히 제거한 상태에서 작업하여야 한다.
 - (다) 해체 작업 시 화기 사용을 지양하고 볼트·너트 풀림용 기계·기구 또는 기계식 절단기를 사용하는 등 기계적인 방법으로 작업하여야 한다.
- (2) 석면이 함유된 설비 등을 해체할 때에는 다음 사항을 준수하여야 한다.
 - (가) 설비를 철거하거나 해체하려는 부분에 단열재, 보온재, 개스킷 등을 사용한 면적의 합이 15㎡이상 또는 부피의 합이 1㎥이상인 경우에는 지정 석면조사기관에 의뢰하여 석면조사를 실시하여야 한다.
 - (나) 근로자에게 방진마스크(특등급)·송기마스크·전동식 호흡보호구, 고글형 보호안경, 신체를 감싸는 보호복·보호장갑·보호신발을 지급하여 착용하도록 하여야 한다.

- (다) 작업장을 밀폐시킨 후 습식작업, 음압상태 유지 등 석면분진이 흩날리지 않도록 조치하고 노출기준은 0.1개/cm³ 이하로 관리한다.
 - (라) 그 외의 석면 해체와 관련된 사항은 KOSHA GUIDE H-70-2012(석면 해체·제거 작업 지침), KOSHA GUIDE H-140-2013(건축물 등의 석면 조사 지침)을 참조하여야 한다.
- (3) 가연성가스나 인화성증기를 저장 취급하여 화재·폭발 위험이 있는 장소의 방폭지역 내에서의 설비해체 작업 시 소요되는 전기기기, 케이블 콘센트 등은 방폭성능이 있는 것을 사용하고, 정전기로 인한 화재폭발을 방지하기 위해 설비의 접지, 제전복의 착용 등 조치를 취하여야 한다.
- (4) 설비 설치 전에 기초 안전성, 구조물의 기준선 및 중심선 위치를 확인한 후, 기초에 손상이 가지 않도록 설비의 수직도·수평도를 맞추어 설치하여야 한다.
- (5) 설비·기구 등 인양 시 인양용 러그(Lug)를 설치하고, 부득이하게 인양용 러그(Lug)가 없는 설비·기구 등을 인양할 경우 와이어로프, 슬링벨트 등 이탈 방지조치 및 인양기구 고정위치의 강도를 검토하여야 한다.
- (6) 설비를 설치·해체하기 위해 사용되는 체인블록은 다음 사항에 주의하여야 한다.
- (가) 체인블록을 사용하기 전 양중 대상 자재 등에 대한 충분한 양중 능력을 가지고 있는지 확인하여야 한다.
 - (나) 체인의 안전율을 5 이상으로 하여야 한다.
 - (다) 체인블록 상부 혹은 인양하중에 충분히 견디는 강도를 갖도록 강재를 사용하고, 지지력을 충분히 확보할 수 있는 곳에 걸어서 사용을 할 수 있도록 하여야 한다.
 - (라) 화재·폭발 위험이 있는 장소의 방폭지역에서 체인블록 사용 시 체인과 활차의 마찰로 인한 불꽃이 발생되므로 활차 등은 불꽃이 발생하지 않는 재질을 선정하여야 한다.
- (7) 배관 설치 작업장 주변에 각종 수공구 및 부속 자재로 인해 근로자가 이동 중 넘어지지 않도록 작업장 바닥을 정리·정돈하여 이동 동선을 확보하여야 한다.

- (8) 설비 등 인양 시 과중량에 의한 전도를 방지하기 위하여 양중기의 정격하중 등을 확인하고 중량물 작업반경, 높이에 따라 정해진 하중을 초과해서 인양하지 않도록 하여야 한다.
- (9) 설비 등 중량물 인양 시 원활한 신호체계 확보를 위하여 양중기 운전원과 신호수(유도자)에게 무선통신장비를 지급하고 통일된 신호방법으로 양중작업을 실시하여야 한다.
- (10) 설비 및 기자재 운반을 위해 차량계 하역 운반기계 사용 시 작업지휘자 또는 유도자를 배치하고 후진경보기, 후사경, 후방카메라 등 안전장치 부착 및 작동여부를 확인하여야 한다.

6.5 설비 재가동

작업이 완료된 후 일시 중단되었던 설비를 다시 가동할 때 안전이 확보되었는지 확인·점검하기 위해서는 다음 사항에 유의하여야 한다.

- (1) 설비의 경보장치와 안전장치의 정상 작동 여부를 확인하여야 한다.
- (2) 온도계, 유량계, 압력계 등 계기류와 안전밸브의 정상적인 작동 여부를 점검하여야 한다.
- (3) 작업중 설치된 맹판은 철거된 것을 확인하고, 다시 연결한 플랜지의 틈새 간격 및 볼트 노출 길이 등을 점검하여 볼트가 정상적으로 체결되었는지 확인하여야 한다.
- (4) 플랜지 부위에 삽입한 개스킷은 누출 위험이 없도록 적정한 것을 사용하였는지 점검하여야 한다.
- (5) 설비를 재가동할 때 시동할 장치, 기기를 명확하게 구분하고 운전순서, 신호방식, 밸브의 개폐 등 조작순서를 정한 후 순서에 의거 재가동을 실시하여야 한다.
- (6) 시건장치가 필요한 밸브는 완전하게 시건되어 있는지를 확인하고, 관계자 외에는 조작할 수 없도록 통제조치를 하여야 한다.

<부록 1> 밀폐공간

(산업안전보건기준에 관한 규칙 [별표 18], 산업안전보건기준에 관한 규칙 제618조 제1호 관련)

1. 다음의 지층에 접하거나 통하는 우물·수직갱·터널·잠함·피트 또는 그밖에 이와 유사한 것의 내부
 - 가. 상층에 물이 통과하지 않는 지층이 있는 역암층 중 함수 또는 용수가 없거나 적은 부분
 - 나. 제1철 염류 또는 제1망간 염류를 함유하는 지층
 - 다. 메탄·에탄 또는 부탄을 함유하는 지층
 - 라. 탄산수를 용출하고 있거나 용출할 우려가 있는 지층
2. 장기간 사용하지 않은 우물 등의 내부
3. 케이블·가스관 또는 지하에 부설되어 있는 매설물을 수용하기 위하여 지하에 부설한 암거·맨홀 또는 피트의 내부
4. 빗물·하천의 유수 또는 용수가 있거나 있었던 통·암거·맨홀 또는 피트의 내부
5. 바닷물이 있거나 있었던 열교환기·관·암거·맨홀·둑 또는 피트의 내부
6. 장기간 밀폐된 강재(鋼材)의 보일러·탱크·반응탑이나 그 밖에 그 내벽이 산화하기 쉬운 시설(그 내벽이 스테인리스강으로 된 것 또는 그 내벽의 산화를 방지하기 위하여 필요한 조치가 되어 있는 것은 제외한다)의 내부
7. 석탄·아탄·황화광·강재·원목·건성유(乾性油)·어유(魚油) 또는 그 밖의 공기 중의 산소를 흡수하는 물질이 들어 있는 탱크 또는 호퍼(hopper) 등의 저장시설이나 선창의 내부
8. 천장·바닥 또는 벽이 건성유를 함유하는 페인트로 도장되어 그 페인트가 건조되기 전에 밀폐된 지하실·창고 또는 탱크 등 통풍이 불충분한 시설의 내부
9. 곡물 또는 사료의 저장용 창고 또는 피트의 내부, 과일의 숙성용 창고 또는 피트의 내부, 종자의 발아용 창고 또는 피트의 내부, 버섯류의 재배를 위하여 사용하고 있는 사일로(silo), 그 밖에 곡물 또는 사료종자를 적재한 선창의 내부
10. 간장·주류·효모 그 밖에 발효하는 물질이 들어 있거나 들어 있었던 탱크·창고 또는 양조주의 내부
11. 분뇨, 오염된 흙, 썩은 물, 폐수, 오수, 그 밖에 부패하거나 분해되기 쉬운 물질이 들어 있는 정화조·침전조·집수조·탱크·암거·맨홀·관 또는 피트의 내부
12. 드라이아이스를 사용하는 냉장고·냉동고·냉동화물자동차 또는 냉동컨테이너의 내부
13. 헬륨·아르곤·질소·프레온·탄산가스 또는 그 밖의 불활성기체가 들어 있거나 있었던 보일러·탱크 또는 반응탑 등 시설의 내부
14. 산소농도가 18퍼센트 미만 또는 23.5퍼센트 이상, 탄산가스농도가 1.5퍼센트 이상, 일산화탄소농도가 30피피엠 이상 또는 황화수소농도가 10피피엠 이상인 장소의 내부
15. 갈탄·목탄·연탄난로를 사용하는 콘크리트 양생장소(養生場所) 및 가설숙소 내부
16. 화학물질이 들어있던 반응기 및 탱크의 내부
17. 유해가스가 들어있던 배관이나 집진기의 내부
18. 근로자가 상주(常住)하지 않는 공간으로서 출입이 제한되어 있는 장소의 내부

<부록 2> 안전작업허가 절차의 “예”

