KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE

KOSHA GUIDE
기술지원규정

화학설비 정비·보수작업계획서 작성 등에 관한 기술지원규정
C-C-2-2025

한국산업안전보건공단

기술지원규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙 등 산업안전보건법령의 요구사항을 이행하는데 참고하거나 사업장 안전·보건 수준향상에 필요한 기술적 권고 규정임

기술지원규정의 개요

○ 작성자 : 한국산업안전문화진흥원 장 희

○ 제·개정 경과
- 2024년 11월 화학안전분야 제정위원회 심의(통폐합 개정)
- 2025년 1월 표준제정위원회 본위원회 심의(통폐합 개정)

○ 관련규격 및 자료
- 안전보건공단, 화학설비 정비보수작업 안전보건관리 매뉴얼, 2013
- KOSHA GUIDE 「맹판 설치 및 제거에 관한 기술지침」
- KOSHA GUIDE 「용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「불활성기체 등을 이용한 기밀시험방법에 관한 기술지침」
- KOSHA GUIDE 「설비보수용 용접재료 선정에 관한 기술지침」
- KOSHA GUIDE 「불활성가스 치환에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「사고예상질문분석(WHAT-IF)기법에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「안전작업허가에 관한 지술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「도급업체의 안전관리계획 작성에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「가동전 안전점검에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「변경요소관리에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「작업안전분석(Job safety analysis) 기법에 관한 기술지침」
- KOSHA GUIDE 「체크리스트를 활용한 공정안전지침에 관한 기술지원규정」
- KOSHA GUIDE 「사고예상질문/체크리스트분석 결합기법에 관한 기술지침」
- KOSHA GUIDE 「밀폐공간 위험관리에 관한 기술지침」
- KS B 6750, 압력용기 — 설계 및 제조일반 2023.

○ 관련법규·규칙·고시 등
- 산업안전보건법 제44조(공정안전보고서의 제출)
- 산업보건기준에 관한 규칙 제278조(개조, 수리 등)
- 공정안전보고서의 제출·심사·확인 및 이행상태평가 등에 관한 규정(고용노동부고시 제2025-30호,)

○ 기술지침의 적용 및 문의
- 이 기술지원규정에 대한 의견 또는 문의는 산업안전포털 홈페이지(portal.kosha.or.kr)의 기술지원규정(KOSHA GUIDE) 소관 분야별 문의처 안내를 참고하시기 바랍니다.
- 동 규정 내에서 인용된 관련규격 및 자료, 법규 등에 관하여 최근 개정본이 있을 경우에는 해당 개정본의 내용을 참고하시기 바랍니다.

공표일자: 2025년 3월 26일
제 정 자: 한국산업안전보건공단 이사장

목 차

1. 목 적 ····· 1

2. 적용범위 ····· 1

3. 용어의 정의 ····· 1

4. 일반사항 ····· 2

5. 정비·보수작업계획서 작성 ····· 7

6. 정비보수작업 안전수칙 ····· 22

6.1 설비내 작업준비 ····· 22

6.2 설비 및 기자재 운반작업 ····· 26

6.3 용기의 환기작업 ····· 31

6.4 용기 내 작업 ····· 35

6.5 용기 내부검사 ····· 38

6.6 용단 및 용접 등 화기작업 ····· 41

6.7 설비조립 및 설치작업 ····· 41

6.8 수압시험, 기압시험 및 기밀시험 ····· 47

6.9 정비 후 운전개시 ····· 49

6.10 정비·보수작업 평가 및 기록 ····· 50

별표 1. 단위공장(공정) 전체 정비·보수일정표 ····· 51

별표 2. 설비별 정비·보수일정. ····· 52

별표 3. 부서별 작업관리 현황 ····· 52

뱔표 4. 밀폐공간 출입작업 리스트. ····· 53

별표 5. 정비·보수작업 중 주요위험작업 ····· 53

화학설비 정비·보수작업계획서 작성 등에 관한 기술지원규정

1. 목 적

이 규정은 산업안전보건기준에 관한 규칙(이하 안전보건규칙 이라한다) 제278조(개조·수리 등)의 규정에 의하여 화학설비 및 그 부속 설비의 정비·보수에 관한 안전관리 규정을 정함을 목적으로 한다.

2. 적용범위

이 규정은 화학설비의 개조·수리 등을 수행하는 모든 작업에 대해 적용할 수 있지만, 화학설비 외의 정비·보수작업에도 적용할 수 있다. 단, 단순한 서비스 등의 업무는 제외한다.

3. 용어의 정의

(1) 이 규정에서 사용되는 용어의 정의는 다음과 같다.

(가) “도급업체(원청업체)”라 함은 보수작업을 위해 제조·건설·수리 또는 서비스의 제공, 그 밖의 업무를 도급하는 업체를 말한다.

(나) “수급업체(공사업체)”라 함은 보수작업을 위해 사업장에 출입하여 작업하는 모든 외부업체를 말한다.

(다) “정비·보수작업계획서”라 함은 화학설비의 정비·보수작업 시 사고를 예방하기 위한 전체 작업일정, 작업내용별 관리사항, 수급업체의 관리, 작업허가, 안전보건교육 등의 전반적인 안전관리계획이 포함된 문서를 말한다.

(라) “정비”라 함은 화학설비 및 그 부속설비에 대한 자체검사 또는 점검결과 발견된 결함 및 고장에 대하여 보수를 하거나 주기적으로 행하는 예방적 조치로서의 부품의 교체 또는 수정작업등 설비의 유지관리에 관한 모든 작업을 말한다.

(마) “환기작업”이라 함은 작업장내의 공기가 사람의 호흡에 지장이 없도록 송풍기, 후드, 덕트 등을 사용하여 분진·유해가스 등 오염된 공기를 작업장 밖으로 내보내는 작업을 말한다.

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

(사) “용기”라 함은 안전보건규칙 별표3의 화학설비 및 그 부속 설비를 말한다.

(2) 기타 이 규정에서 사용하는 용어의 정의는 특별한 규정이 있는 경우를 제외하고는 산업안전보건법, 동법시행령, 동법시행규칙 및 안전보건규칙에서 정하는 바에 의한다.

4. 일반사항

4.1 정비·보수 작업계획서에 포함될 사항

(1) 도급업체 사업주는 정비·보수작업 시 해당 작업을 안전하게 수행하기 위한 안전보건 작업계획서를 작성하여 해당 내용을 관련부서에 공유하고, 관련부서의 의견을 반영하여야 한다.

(2) 정비·보수 작업계획서에 포함되어야 할 일반적인 사항은 아래와 같다.

(가) 정비·보수작업 일정 계획

(나) 수급업체 관리계획

(다) 안전관리조직(수급업체 포함)

(라) 작업위험성 평가계획

(마) 공장, 공정 또는 설비의 치환(Purge) 및 확인 계획

(바) 안전교육 계획

(사) 안전작업허가서 발급 및 승인계획

(아) 가동전 점검계획

(자) 비계 및 중장비 등의 사전점검계획

(차) 간이시설(휴게실, 화장실, 흡연장 등) 설치 및 유지계획

(카) 그 외 정비·보수작업에 필요한 사항

4.2 정비·보수작업 시 준수사항

정비·보수작업 현장에 출입하는 모든 근로자가 아래 사항을 준수하도록 관리하여야 한다.

(1) 안전작업허가서 대상 작업은 작업허가를 받은 후에 작업하여야 한다.

(2) 도급업체의 안전기준 또는 수칙 등을 엄격하게 준수하여야

(3) 수급업체 사업주는 수행하는 작업이 특별안전보건교육 대상 작업일 경우 사전에 특별안전보건교육 실시결과를 도급업체에 제출하여야 한다.

(4) 최초로 도급업체에 출입하는 수급업체 근로자는 도급업체의 신규출입자 안전교육 이수 후 안전교육필증을 교부받고 작업장에 배치되어야 한다.

(5) 현장에 설치하는 모든 임시시설(예, 현장 가스용기 보관소 등)은 사전에 설치허가를 받고, 설치 후 도급업체의 사용허가를 받은 후에 사용하여야 한다.

(6) 작업차량 출입 시는 경비실 근무자의 지시에 따라 지정된 장소로 통행하여야 한다.

(7) 지정되지 않은 장소에서 흡연하지 않도록 관리하여야 한다.

(8) 작업 전에 작업에 투입되는 모든 근로자에게 해당 작업의 위험성 및 대책, 안전한 작업방법 등(예, 작업안전분석(Job safety analysis, JSA) 결과 등)을 교육시켜야 한다.

(9) 수급업체 관리자 또는 안전담당자는 하루 2회 이상 해당 작업장을 정기적으로 순찰하고, 작업 종료 시는 현장을 재확인하여야 한다.

(10) 고의적으로 안전환경과 관련된 중요한 사항을 위반하는 작업자는 퇴사 조치 등의 조치를 하여야 한다.

(11) 근로자들에게 지급한 안전보호구 착용상태를 수시로 확인하고 노후 보호구는 교체 지급하여야 한다.

(12) 사고 발생 시 지체없이 도급업체의 안전관련부서에 신고하여야 한다.

(13) 도급업체는 매일 출입 시 정문에서 음주여부를 측정하여야 한다.

(14) 작업 중 및 작업 후에 통로 또는 계단 등에 통행에 불편을 초래하는 적재물을 방치하지 않아야 한다.

(15) 소화전에서 5 m 이내에는 차량을 주정차하거나 적재물을 두지 않아야 한다.

(16) 기타 도급업체에서 추진하는 안전보건관련활동에 적극적으로 협조하고 참여하여야 한다.

4.3 정비절차서의 작성

정비계획서가 승인되면 정비작업절차서를 작성하여야 하며, 그 내용에는 다음 사항이 포함된다.

(1) 정비작업준비 (유자격자, 기자재 및 공구)

(2) 정비착수전 안전조치 사항과 확인사항

(3) 정비작업 절차

(4) 정비완료후 점검에 대한 사항

(5) 정비완료후 안전조치 사항과 확인사항

(6) 정비 및 보수에 대한 교육

(7) 정비결과 보고

(8) 정비작업 중 비상시 응급조치사항

(9) 작업자간의 통신연락 사항

4.4 정비・검사 등 수급업체의 관리

4.4.1 정비・검사 등 수급업체의 선정

정비・검사 등을 하는 수급업체는 심사를 통하여 자격있는 업체로 한정하며, 심사에 포함될 사항은 다음과 같다.

(1) 품질보증 계획 및 실행여부 실사

(2) 보유장비 리스트 및 정비・검사 등 능력 검토

(3) 보유 유자격 기술자 및 작업자 명단

(4) 설비 정비・검사 등 실적

4.4.2 정비・검사 등 수급업체의 안전관리

사업주는 정비・검사 등 수급업체의 근로자가 안전하게 작업을 수행할 수 있도록 안전교육을 시행하고 안전수칙과 안전작업요령을 알게 해주어야 하며, 그 내용에는 다음 사항이 포함된다.

(1) 정비작업이 수행되는 공정 및 설비와 관련하여 이미 파악되어 있는 화재・폭발・독성물질의 누출에 대한 정보

(2) 반드시 안전작업허가서를 발부 받은 후 작업에 임해야 할 작업은 다음과 같다.

① 고온・고압의 물질 또는 화학물질이 차있거나 파이프라인, 펌프 또는 용기 등과 같은 기기의 분해시
② 용접・절단 또는 스파크나 다른 점화원을 발생하는 전기적인 아닌 열간작업시
③ 용기 출입시
④ 가연성 물질이 들어 있는 지역 내에서의 내연기관 운전시
⑤ 굴착 작업시
⑥ 크레인을 이용한 중요 인양 작업시
⑦ 전기작업시

(3) 비상사태 발생시 비상탈출구 확인, 응급조치사항, 구급장비 사용법 등의 비상사태에 대비한 행동요령

4.5 변경요소 관리

변경요소 관리와 관련된 자세한 사항은 KOSHA GUIDE「변경요소관리에 관한 기술지원규정」등을 따른다.

4.6 안전작업 허가

안전작업과 관련된 자세한 사항은 KOSHA GUIDE「안전작업허가에 관한 기술지원규정」등을 따른다.

5. 정비·보수작업계획서 작성

5.1 정비·보수작업 일정계획

5.1.1 정비·보수작업 일정계획 수립 시 고려사항

(1) 근로자의 피로도 등을 고려하여 작업일정을 수립하여야 한다.

(2) 밀폐공간출입작업 등 위험한 작업이 야간에 수행되지 않도록 고려하여야 한다.

(3) 상하 동시작업 또는 동일장소의 복수 작업이 병행되지 않도록 작업순서를 고려하여야 한다.

(4) 치환작업 시 내부에 화학물질이 체류되는 지역(Air pocket 등)이 없는지 기술적 검토를 수행하여야 한다.

(5) 정비·보수작업 일정을 너무 촉박하게 잡지 않아야 한다.

(6) 한꺼번에 너무 많은 인원이 투입되지 않도록 일정을 고려하여야 한다.

(7) 가능한 긴급보수계획도 일정계획을 수립하여 실시하는 것을 권장한다.

5.1.2 정비·보수작업 일정계획에 포함될 사항

정비·보수작업 일정계획에 포함되어야 할 일반적인 사항은 아래와 같고, 일정표 작성 시 참고할 정비·보수일정표의 예는 <별표 1>과 같다.

(1) 전체 공장(또는 공정)의 정비·보수일정

전체 공장(또는 공정)의 정비·보수일정은 아래와 같은 사항이 포함되도록 작성하여야 한다.

(가) 비계 등 작업에 필요한 가시설 설치일정
(나) 수급업체 직원용 휴게실 등 가시설 설치일정
(다) 작업별 수급업체 선정 및 교육일정
(라) 원료투입 중단시점
(마) 전원 및 유틸리티 공급중단시점
(바) 내용물 치환 및 배출, 청소작업일정
(사) 중장비 사용일정
(아) 맹판(Blind) 설치 및 제거일정 (목록 등록)
(자) 밸브 차단(분리) 및 복구일정 (목록 등록)
(차) 작업내용별 작업시작 및 작업완료 일정
(카) 작업별 완료확인일정 및 가동전 점검일정
(타) 재가동일정 등

(2) 단위설비별 및 부서별 정비·보수작업 일정

단위설비별 및 부서별 정비·보수작업일정은 아래와 같은 사항이 포함되도록 작성하여야 한다.

(가) 단위설비별 정비·보수작업일정에는 <별표 2>와 같은 내용물질 제거, 치환, 청소, 맨홀개방, 내부작업, 맨홀닫음, 가동전 점검 등을 고려하여 사업장 실정에 맞게 작성하여야 한다.

(나) 부서별 작업관리 현황은 <별표 3>과 같이 작업내용, 중장비 종류, 작업부서, 수급업체명, 수급업체 인원, 작업허가종류, 작업시작일, 작업완료일, 작업완료여부 등을 고려하여 사업장 실정에 맞게 작성하여야 한다.

(3) 밀폐공간출입작업 관리계획

전체 공장(또는 공정)의 밀폐공간출입작업에 대한 관리는 아래와 같은 사항이 포함되도록 작성하여야 한다. 작성 시 참고할 밀폐공간출입작업 목록의 예는 <별표 4>와 같다.

(가) 출입대상설비에 대한 리스트 작성 : 설비명, 맨홀 개방 및 폐쇄일자, 작업일자, 작업관리자, 수급업체명, 작업인원 등

(나) 배관계장도면(P&ID) 등에 맹판 및 밸브 차단(분리) 표시 사항

(다) 맹판 설치, 밸브 차단(분리) 및 복구일정

(라) 그 외의 밀폐공간 작업과 관련된 사항은 KOSHA GUIDE「밀폐공간 위험관리에 관한 기술지침」을 참조하여야 한다.

(4) 특수작업에 대한 안전관리계획

아래와 같은 특수작업에 대해서는 별도의 절차서를 사용하거나 작업계획서를 작성하는 등으로 관리하여야 한다.

(가) 촉매 등의 교체작업

(나) 고온 및 저온 상태에서의 작업

(다) 중장비 사용작업 (작업계획서 작성)

(라) 화기작업, 방사선 취급작업, 고소작업

(마) 시운전 단계에서의 수정작업 등

(5) 정전작업

근로자가 작업 수행 중 감전 위험이 높고, 전기설비에 의한 불꽃으로 가연성·인화성 물질의 점화원이 되어 화재·폭발 위험이 있을 경우 다음 사항에 유의하여 작업하여야 한다. 기타 자세한 사항은 KOSHA GUIDE「정전작업에 관한 기술지침」등을 참조한다.

(6) 설비 해체 및 설치작업

설치 해체 및 설치작업은 KOSHA GUIDE「화학설비의 설치에 관한 기술지원규정」을 따른다.

5.2 안전관리조직

5.2.1 도급업체의 안전관리조직

(1) 도급업체 사업주는 주야간 작업을 고려하여 교대별로 작업을 관리할 수 있는 안전

관리조직을 구성하여야 한다.

(2) 야간에 비상상황이 발생될 경우를 대비하여 비상대응할 수 있는 비상대응조직을 구축하여야 한다.

(3) 수급업체의 작업을 관리할 수 있도록 작업별 및 부서별 조직을 구축하여야 한다.

(4) 기타 추가적인 사항은 KOSHA GUIDE「도급업체의 안전관리계획 작성에 관한 기술지원규정」을 참조하여야 한다.

5.2.2 수급업체의 안전관리조직

(1) 수급업체는 해당 근로자를 관리할 수 있도록 조직도를 작성하고, 비상연락망을 구축하여야 한다.

(2) 수급업체 대표자 및 관리감독자는 해당 작업이 안전하게 진행되도록 관리하여야 한다.

5.3 공장, 공정 또는 설비의 치환 (Purge) 및 확인계획

(1) 치환 및 확인계획
공장, 공정 또는 설비의 치환 및 확인계획에는 아래와 같은 사항을 포함시켜야 한다. 다만, 아래 사항이 포함된 절차서가 있는 경우에는 절차서에 따라 수행할 수 있고, KOSHA GUIDE「불활성가스 치환에 관한 기술지원규정」등을 참조한다.

(가) 치환방법, 치환효율 및 치환농도

(나) 치환용유체의 종류, 공급온도 및 압력

(다) 치환용유체의 공급위치 및 배출위치가 표시된 배관및계장도면 (P&ID)

(라) 치환예정 소요시간

(마) 치환 시 유의사항

(바) 치환상태를 확인방법 및 확인위치

(사) 내부온도의 냉각시간 (고온설비인 경우)

(아) 치환이 곤란한 설비의 종류

(차) 기타 치환 및 확인과 관련된 사항

(2) 맹판 설치 및 제거계획

공장, 공정 또는 설비의 치환을 위해 맹판을 설치하는 경우에는 기술지원규정「맹판 설치 및 제거에 관한 기술지원규정」에 따라 실시하여야 한다.

5.4 용기의 세척작업계획

5.4.1 물세척

(1) 용기 내 화학물질 혹은 그 가스가 수용성이면 물을 용기 내에 주입하고 배수시키는 방법으로 화학물질 혹은 가스를 제거할 수 있다.

(2) 물세척을 할 때 주의할 점은 증기 배출구를 만들어 용기 내에 증기공간이 생기지 않도록 해야 한다.

(3) 수용성 화학물질에는 아세톤, 에틸알콜 등이 있다.

5.4.2 스팀세척

(1) 스팀세척은 매우 유효한 것으로 입증되었지만 용기 내부의 온도가 최소한 77℃ 이상이 되도록 스팀을 유입하여야 한다. 그 이유는 만약 용기 내부의 온도가 77℃ 이하인 경우 스팀이 응축되어 용기 내부의 가연성 혹은 유해한 증기가 방출되지 않을 수 있기 때문이다. 또한, 진공이 형성되어 용기가 변형되거나 파손될 위험이 있다.

(2) 스팀세척시 주의해야 할 점을 용기 내부로 스팀유입시 정전기적 스파크가 가연성 증기의 발화를 일으킬 수도 있으므로 스팀호스의 파이프 혹은 노즐은 용기에 접지(BONDING)되어야 하며 또한 접지되지 아니한 불필요한 물건을 용기 내부에 방치해서는 안된다.

(3) 스팀은 용기바닥 가까운 연결부위를 통해 유입되어야 하며 스팀세척 중에는 그 결과가 잘못 나올 수도 있기때문에 가스측정을 중지하여야 한다. 따라서 스팀세척 후 가스측정을 하기 위해서는 용기 내부의 가스를 최소한 15분간 안정화시켜야 한다.

(4) 가스농도가 그 폭발하한계의 50% 미만으로 감소되고, 공기가 측판맨홀로 유입될 때는 작업자가 용기 근처에 접근할 수 있다. 그러나 잠재적인 점화원의 유입은 가스농도측정, 바람방향 및 속도에 근거하여 엄격히 관리되어야 한다.

(5) 스팀세척 후에는 반드시 공기로 치환하는 작업을 해야 하며 작업자가 용기 내부로 들어가기 전에 탱크는 완전히 냉각시켜야 한다.

5.4.3 화학세척(CHEMICAL CLEANING)

(1) 용기는 화학세척으로도 내부 청소를 할 수 있다.

(2) 작업자는 세척용 화학물질 등으로부터 피부 및 눈을 보호하기 위해 필요한 방호복, 보안경 등을 착용하여야 한다.

(3) 화학세척시에는 반드시 세척용 화학물질 제조업자의 지시사항을 따라야 한다.

5.5 정전계획 및 임시전원 공급계획

정전계획 및 임시전원 공급계획은 KOSHA GUIDE「정전작업에 관한 기술지침」등을 참조한다.

5.6 설비 해체 및 설치작업

중장비 등을 사용하여 기존 설비를 해체하거나 신규 설비를 설치할 때 화재·폭발, 물체에 맞음, 끼임 등의 위험이 있을 경우 KOSHA GUIDE「화학설비의 설치에 관한 기술지원규정」등을 참조한다.

5.7 작업위험성평가 계획

5.7.1 일반사항

(1) 정비·보수작업에 대한 위험성평가는 도급업체가 주관하여야 하며, 정비·보수작업을 실시하는 수급업체 사업주 또는 관리감독자 등을 평가에 참여시켜야 한다.

(2) 작업위험성평가는 아래와 같은 기법 등을 적용하여 수행할 수 있다.

(가) KOSHA GUIDE「작업위험성평가에 관한 기술지원규정」

(나) KOSHA GUIDE「체크리스트를 활용한 공정안전지침에 관한 기술지원규정」

(다) KOSHA GUIDE「사고예상질문분석(WHAT-IF)기법에 관한 기술지원규정」

(라) KOSHA GUIDE「사고예상질문/체크리스트분석 결합기법에 관한 기술지침」

(마) 기타 해당 작업의 특성에 맞는 위험성평가기법 등

(3) 작업위험성평가는 단위작업별로 실시하여야 한다.

(4) 정비·보수작업에 대한 위험성평가는 해당 작업을 착수하기 전에 실시하여야 한다.

(5) 위험성평가 결과는 작업시작 전에 근로자에게 교육을 실시하여야 한다.

5.7.2 작업위험성평가 실시

(1) 작업허가서 승인 요청 시에는 해당 작업의 진행단계별 작업내용과 단계별 위험성 및 예방대책을 분석한 결과(예, JSA 결과)를 첨부하여야 한다.

(2) 작업위험성 평가기법 중 작업안전분석기법 등을 적용할 경우, 일반적으로 작업안전분석(JSA)을 수행하는 작업과 JSA 수행 필요성을 평가하는 기준은 아래와 같다

(가) JSA 수행대상 작업의 종류는 아래와 같다.

① 유해위험요인들이 존재하거나 또는 발생할 가능성이 있고, 유해위험요인이 절차서 또는 작업허가서에서 충분히 반영되지 않고, 점검되지 않는 작업

② 절차서, 지침서 또는 작업 프로그램에서 JSA를 수행하도록 요구되는 작업

(나) JSA 수행 필요성을 평가할 때, 아래의 각 항목에서 하나라도 “그렇다”라고 파악되면 JSA를 수행할 필요가 있다.

① 해당 작업에 대해 절차서 또는 일상적인 업무 지침서에 명확하게 기술되어 있지 않은가?

② 해당 작업에 대한 작성된 절차서 또는 일상적인 업무 지침서를 변경할 필요가 있는가?

③ 모든 유해위험요인들이 작업허가서를 통하여 충분히 고려되고 점검되지 못하는가?

④ 원하지 않는 사고가 종종 이와 같은 작업에서 발생하는가?

⑤ 해당 작업이 위험하거나, 복잡하거나 또는 하나 이상의 훈련을 포함하는가?

⑥ 현재 사용되고 있는 절차서 또는 방법으로는 새로운 장비 또는 방법을 해결할 수 없는가?

⑦ 작업을 수행할 작업자가 해당 작업에 대한 경험이 없는가?

(다) 일반적으로 안전작업허가대상 작업별로 작업안전분석 수행 대상을 결정할 때 참조할 수 있는 예는 <표 1>과 같다. 다만, 이 표의 내용은 수행되는 작업위치와 대상에 따라 달라질 수 있다.

<표 1> 작업허가종류별 JSA 대상작업 선정기준(예)

연번	작업허가종류	JSA 대상작업	비고
1	밀폐공간출입작업	모든 작업	
2	화기작업	위험지역에서의 화기작업	허가서로 충분히 위험을 제거할 수 있는 경우 제외 가능
3	고소작업	안전대 사용 작업	비계 등이 적절히 설치된 경우는 제외
		고소작업용 차량 등 이용 작업	
4	굴착작업	깊이 1 m 이상 굴착	굴착작업허가대상은 30 cm 이상 굴착임
5	중량물취급작업	중장비 사용 작업	
		체인블럭 등 사용 작업	
6	상온(일반)작업	용기 내 청소작업	독성 및 인화성물질 취급용기
		맨홀 개방작업	
		맹판 설치 및 제거작업	
7	전기차단작업	활선 및 활선근접작업	
		전기차단작업	허가서로 충분히 위험을 제거할 수 있는 경우 제외 가능
8	방사선 작업	모든 작업	

(3) 사업장에서 사용하는 절차서 또는 지침서에서 해당 작업에 대한 위험성과 그에 대한 대책이 충분히 포함되어 있거나 또는 작업허가서에서 충분히 위험성을 처리할 수 있는 경우에는 절차서(지침서) 또는 작업허가서로 작업위험성평가를 대체할 수 있다.

(4) 화학설비의 정비·보수작업 중 주요위험작업에 대한 작업위험성평가의 예는 <별표 5>와 같다.

5.8 수급업체 관리계획

5.8.1 수급업체의 안전관리계획서 작성

(1) 수급업체 사업주는 해당 작업을 수행하기 전에 해당 작업에 대한 안전관리계획서를 제출하여 승인받은 후 작업을 실시하고, 계획서 내용을 준수하여야 한다.

(2) 안전관리계획서에 포함되어야 할 사항은 아래와 같다.

(가) 안전보건관리 조직표 (연락처 포함)

(나) 안전작업서약서

(다) 안전관리자 선임내역

(라) 작업자 명단/작업자 안전서약서

(마) 안전교육일지 서식

(바) 작업내용에 대한 안전관리계획

① 작업에 대한 위험성평가는 5.4항을 적용할 수 있다.

② 중장비가 사용되는 경우에는 작업계획서의 내용을 적용할 수 있다.

③ 기타 ①항 및 ②항 이외의 사항에 대해서는 추가적으로 작성한다.

(사) 현장순찰, 현장점검 및 교육계획(현실적인 안전관리 방안)

(아) 반입되는 유해위험기구 및 기계설비 등에 대한 반입전후 점검계획

(예: 용접기, 그라인더, 이동용 사다리 모든 반입품 등)

(자) 안전관리비 사용계획(추후 정산을 위해 영수증 사본 등을 보관하여야 함)

(차) 안전보호구 지급 기준 및 지급 계획

(카) 보험관련서류 (고용보험 및 산업재해보상보험 가입증명원, 산재요양승인 반려여부 확인서)

(타) 배치전 특수건강진단결과서 사본

(3) 도급업체는 수급업체에서 제출한 안전관리계획서를 검토 후 승인하고, 계획서대로 시행하는지를 주기적으로 확인하여야 한다.

5.8.2 수급업체의 반입품 관리계획

5.8.2.1 반입품 검사

(1) 수급업체에서 반입하는 전기를 사용하는 모든 전기기계기구(용접기, 절단기, 전동공구, 전선, 릴, 콘센트, 조명등 등)는 사전에 등록 및 안전점검을 받고, 승인필증을 부착한 후에 사용하여야 한다.

(2) 중장비에 대해서는 소유자의 자체점검필증을 확인하고, 주요 안전장치의 상태가 정상적으로 작동되는지를 확인하여야 한다.

(3) 모든 중량물 취급용 설비 또는 기구(체인 블록, 로프, 샤클, 잭, 턴 버클, 체인, 클램프 등)는 반입 시에 점검을 받고, 승인필증을 부착한 후에 사용하여야 한다.

(4) 기타 수급업체에서 반입하는 모든 물품에 대해서는 리스트를 작성하고, 각각의 기능 및 상태가 안전상 적합하여야 한다.

(5) 반입되는 모든 물품은 법규에서 규정한 안전조치를 갖추어야 한다.

(6) 반입품별 주요 점검사항에 대한 예는 <표 2>와 같지만, 이것이 전부는 아니다. 따라서 사업장별로 적절한 점검기준을 작성하여 관리하여야 한다.

<표 2> 반입품별 주요 점검사항 (예)

No	종 류	주요 점검사항	비 고
1	산소, 아세틸렌 절단기	압력조절기, 연결호스, 용기, 역화방지기(안전기)	
2	TIG/ARC 용접기 등의 용접기	용접기 상태, 방호장치(자동전격방지기), 용접홀더, 전선, 전기계통의 절연조치 등	
3	고속절단기, 드릴	덮개 설치여부, 동력전달부 상태, 스위치 커버, 배선피복상태, 절연 및 접지상태 등	
4	이동용 사다리	가로장 및 힌지 상태, 아웃트리거 설치 상태, 구조물 손상유무	
5	소화기	용기, 레바 및 노즐의 부식, 손상여부, 안전장치, 약제량 등	
6	가스용기	캡 부착상태, 운반구 및 고정상태 등	
7	중량물 취급설비	체인블럭, 로프, 샤클, 잭, 턴 버클, 체인, 클램프 등 중량물 취급설비의 손상 및 변형상태 등	
8	이동용 전기기계기구	접지극 부착유무, 절연상태 등	
9	핸드 그라인더	방호덮개, 접지상태, 절연상태	

5.8.2.2 반입품 유지관리

(1) 수급업체에서 사용하는 모든 물품에 대해서는 수급업체 및 도급업체에서 주기적으로 점검하여야 한다.

(2) 도급업체는 수급업체의 점검 상태를 확인하여야 한다.

5.8.3 수급업체 근로자의 건강관리

5.8.3.1 일반사항

(1) 수급업체 근로자는 해당 작업에 적합하게 작업투입 전에 배치전 건강진단을 받아야 하고, 건강진단 결과를 보존하여야 한다.

(2) 수급업체 사업주는 약물중독자 및 음주자는 작업에 투입되지 않도록 관리하여야 한다.

(3) 수급업체 사업주는 작업 전에 수급업체 근로자의 건강상태를 확인하여야 한다.

(4) 혹서기 또는 혹한기 작업 시에는 해당 작업에 적합한 작업복 또는 작업환경을 갖춘 후에 작업하도록 관리하여야 한다.

5.8.3.2 작업별 건강관리 사항

작업 전에 미리 작업별로 적합한 건강관리대책을 수립하여야 한다. 일반적인 건강관리 사항에 대한 예는 <표 3>과 같다.

<표 3> 작업별 건강관리 사항(예)

No	항 목	내 용	담당	비 고
1	MSDS 교육	· 작업허가서 발행 시 작업구간의 유해위험물질에 대한 MSDS 교육 실시.	생산부서	
2	과로성질병 예방	· 밀폐공간작업, 작업강도가 높은 작업에 종사하는 근로자에 대해서는 근로시간 제한 및 작업시간을 조절하여 적정 휴식시간을 부여한다(작업책임자에게 권한 부여).	작업허가서 상의 작업책임자	
3		· 교대근무자는 교대작업일정 작성 후 작업을 시행함으로 생체리듬 유지.	생산부서	
4		· 작업시작전 5분간 준비체조 실시로 사고 예방.	전부서	
5		· 작업시작전 근로자의 건강상태를 점검하여 전날 무리한 음주 및 건강상태에 따른 작업장 배치 실시.	작업부서의 관리감독자	
6	고열에 의한 건강장해 예방	· 고온에 노출되는 작업장에 대해서는 식염수, 정제식염 비치.	안전부서	
7	고령작업자에 대한 재해예방	· 55세 이상의 고령 작업자에 대해서는 고소작업, 용기 내부 입조작업, 중량물 운반작업 등의 위험 작업장에 대한 배치를 제한함.	작업허가서 상의 작업책임자	

5.8.4 수급업체 평가

(1) 도급업체는 사업장의 절차서에 따라 수급업체의 안전보건활동에 대해 계약 전, 작업 완료 후 및 매년 각각 평가하여야 한다.

(2) 평가결과는 수급업체 선정 등에 반영되어야 한다.

5.8.5 기타 수급업체 관리사항

그 외의 수급업체와 관련된 사항은 KOSHA GUIDE「도급업체의 안전관리계획 작성에 관한 기술지원규정」을 참조하여야 한다.

5.9 안전교육 계획

5.9.1 직원에 대한 교육

직원은 정비·보수작업과 관련하여 아래와 같은 사항에 대해 교육을 정비·보수작업 전에 받아야 한다.

(1) 정비·보수작업의 일정 및 정비·보수작업내용

(2) 사업장에서 준수해야 할 일반안전규칙 및 기본수칙

(3) 안전작업허가절차

(4) 중요작업에 대한 안전작업절차

(5) 작업별 위험성 및 관리방안 (작업위험성평가 결과)

(6) 비상대피로 및 비상대피장소

(7) 작업지역의 취급물질에 대한 성상

(8) 작업지역의 비상설비(소화설비, 세척세안설비, 가스감지기 등)에 대한 사항

(9) 비상경보 및 비상조치에 관한 사항

(10) 기타 정비·보수작업의 안전과 관련된 사항 등

5.9.2 수급업체 직원에 대한 교육

(1) 수급업체 대표자(또는 관리감독자)는 해당 직원에 대해 <표 4>에서 규정한 사항에 대해 교육을 실시하고 기록을 보존하여야 한다.

<표 4> 수급업체 근로자에 대한 교육계획

구 분	교 육 내 용	시 간	강 사	교육시기	비 고
신규출입자 안전교육	1. 출입통제 구역 2. MSDS 3. 안전작업허가 절차 4. 비상대피로 5. 안전보건 기본규칙 6. 작업자 안전수칙	1시간	안전부서 또는 해당부서 관리감독자	공장최초 출입 시	신규출입자 교육교안
특별안전 보건교육	산업안전보건법 시행규칙 별표 8의2 작업에 해당되는 교육내용	16시간	도급업체 관리감독자	공장 출입 전	교육일지는 최초 공장출입 시 안전부서로 으로 제출
도급업체 안전책임자 /안전관리자 교육	1. 보수작업 안전관리 매뉴얼 2. 안전작업허가절차 3. 비상시 행동요령 4. 보수작업 출입 인원에 대한 특별안전보건교육	1~2시간	안전부서	정비보수 작업 개시 전	교육일지작성 사전에 JSA 실시
	작업별 주요위험성 및 안전작업방법(JSA 등)		도급업체 관리감독자		

(2) 도급업체는 수급업체 대표자의 교육에 필요한 교육장소, 교육자료, 교육강사 등을 적극적으로 제공하여야 한다.

(3) 최초출입 시에 필요한 공통사항은 도급업체 안전부서에서 작성하여 배포한다.

(4) 수행하는 작업과 관련한 교육 내용(작업위험성평가 결과 등)은 해당부서 관리감독자가 수급업체와 협의하여 작성할 수 있다.

(5) 수급업체 교육 시 필요한 자료는 수급업체 자체의 자료, 도급업체의 자료, 안전보건공단 홈페이지 등에서 제공하는 자료를 참조 또는 정리하여 해당 작업에 적합한 교육을 실시하여야 한다. 단, 교육시간과 내용은 사업장 실정에 따라 조정할 수 있다.

5.10 안전작업허가서 발급 및 승인계획

(1) 현장에서 수행되는 모든 작업에 대해서는 사업장의 안전작업허가절차에 따라 반드시 작업허가서를 발급 받은 후에 작업하여야 한다.

(2) 작업허가서 발행은 사업장의 안전작업허가절차에 따른다.

(3) 정기·보수작업은 다수의 인원에 의한 상당히 많은 작업이 이루어지므로 정상적인

운전상태에서 수행되는 작업허가서제도가 적절하지 않을 수 있다. 이 경우 사업장에서 정기·보수작업 시 별도로 적용하는 안전작업허가절차를 따를 수 있다.

(4) 안전작업허가서를 승인하는 도급업체의 직원은 사업장의 절차서에 따라 사전에 허가서 승인과 관련하여 교육을 받고 자격을 부여받아야 한다.

(5) 그 외의 작업허가와 관련된 사항은 기술지원규정「안전작업허가 지침」을 참조하여야 한다.

5.11 가동전 점검계획

5.11.1 일반사항

(1) 설비의 정비보수 후 재가동 시에는 사업장의 가동전 안전점검 절차에서 요구하는 사항을 따라야 한다.

(2) 가동전에 가동전 안전점검표를 작성하여 확인하여야 한다.

(3) 시운전 중에 인터록을 해지한 상태에서 운전을 할 경우, 정상조건이 되면 즉시 인터록을 설정하여야 한다.

(4) 해당공장(공정)의 가동절차서 (Start-up procedure) 등에서 요구하는 사항을 따라야 한다.

(5) 그 외의 가동전 점검과 관련된 사항은 KOSHA GUIDE「가동전 안전점검에 관한 기술지원규정」을 참조하여야 한다.

5.11.2 정비·보수작업계획에 포함되지 않은 사항에 대한 관리

(1) 일반적인 운전 시에는 사용되지 않는 파이롯트 버너 등과 같은 설비에 대해서는 정비·보수대상 품목에 포함하여 사전에 점검하여야 한다. 특히 파이롯트 버너의 점화 실패 후 재가동 시에는 내용적의 5배 이상의 외부공기가 투입되어 치환되도록 치환시간을 설정하여야 한다.

(2) 공장(또는 공정, 설비)의 시운전 기간에 트러블이 발생할 경우에는 충분히 안전성을 확보한 후에 가동하여야 한다.

5.11.3 변경관리 사항의 최신화

(1) 변경관리 대상항목은 관련 절차에서 요구하는 사항이 모두 반영되었는지 확인하여야 한다.
(2) 변경관리 대상품목 중 운전절차서의 변경을 수반하는 경우, 가동전에 해당 사항을 교육시켜야 한다.
(3) 그 외의 작업허가와 관련된 사항은 KOSHA GUIDE「변경요소 관리에 관한 기술지원규정」을 참조하여야 한다.

5.12 비계 및 중장비 등의 사전 점검계획

(1) 비계점검 계획

비계는 아래와 같이 점검하고 관리하여야 한다.

(가) 비계는 전문설치업체를 선정하여 설치하도록 관리한다.

(나) 설치된 비계에 대해서는 사용전에 점검을 실시하여 적절하게 설치된 경우에는 사용승인 표시를 부착한다.

(다) 비계 점검원은 비계의 점검 기준에 대해 교육훈련 및 경험을 가져야 한다.

(라) 비계 점검 결과 불량인 경우에는 즉시 사용금지 꼬리표를 부착하는 등으로 사용을 중지시켜야 한다.

(마) 비계 점검원과 관리감독자는 현장 순찰 시 부적합한 비계가 발견된 경우에는 (라)항과 같이 조치하여야 한다.

(2) 중장비 등의 점검계획

(가) 이동식 크레인, 지게차 등 중량물을 취급하는 기계에 대해서는 해당 기계에 적합한 점검표를 작성하여 점검하거나 반입하는 회사의 자체점검표를 확인하는 방법으로 사용 전에 점검하여야 한다.

(나) 크레인, 지게차 등의 작업 시에는 작업계획서를 작성하여 작업하도록 관리하여야 한다.

(3) 기타 설비의 점검계획

6.6.2항의 수급업체 반입품의 점검 및 유지관리에 대한 사항을 따른다.

5.13 간이시설(휴게실, 화장실, 흡연장 등) 설치 및 유지계획

간이시설 설치 및 유지 계획에는 아래와 같은 사항을 고려하여 작성하여야 한다.

(1) 간이시설은 휴게실, 화장실, 탈의실, 세척실, 음료수 공급시설, 흡연장 등의 수급업체 근로자들의 휴식, 건강 등을 고려하여 설치하여야 한다.

(2) 최대로 투입되는 인원을 고려하여 도급업체의 시설이 충족되는지를 확인하여야 한다.

(3) 도급업체의 시설을 개방해도 모자라는 경우에는 추가적인 간이시설을 설치하여야 한다.

(4) 간이시설의 위치는 접근성과 안전성을 모두 확보한 지역이어야 하고, 도면에 표시하여 수급업체에 제공하여야 한다.

(5) 흡연장을 설치할 경우 공정지역에서 충분히 이격된 위치에 설치하여야 한다.

(6) 세척 또는 목욕시설은 가능한 한 도급업체의 시설을 제공하여야 한다.

(7) 수급업체별로 사용하는 비상발전기의 위치와 가스용기 등의 보관장소를 도면상에 표시하여야 한다.

(8) 작업과 관련하여 추가적인 임시 소화전이 필요한 경우에는 소화전 배치도면에 임시 소화전을 표시하여야 한다.

6. 정비보수작업 안전수칙

6.1 설비내 작업준비

6.1.1 용기의 운전정지 및 청소작업

6.1.1.1 용기의 운전정지

용기 내 작업을 위해 용기의 운전을 정지할 때는 미리 정해진 작업순서에 따라 원료 공급을 중단하고 내용물을 배출시켜 용기의 압력 또는 액면 레벨을 가능한 한 최소로 유지한다. 압력용기인 경우에는 용기 내부의 압력에 주의하면서 서서히 조작할 필요가 있다. 용기의 운전정지시에 유의해야 할 사항은 다음과 같다.

(1) 운전정지전의 확인사항

(가) 용기가 정지가능한 조업상태에 있어야 한다. 이 시점에서 운전상황을 확인하고 계기류의 이상유무를 점검한다.

(나) 유틸리티와 치환용 가스의 준비 상태를 확인한다.

(다) 필요한 공구와 보호구, 분석기구 등의 점검을 한다.

(2) 원료의 공급중단

원료의 공급중단은 미리 정해진 순서에 따라 정확하게 시행되어야 하며 밸브류의 차단과 관련부서와의 연락방법 등을 미리 정해 놓아야 한다.

6.1.1.2 중단상태의 확인

(1) 가연성 물질을 저장한 용기에 연결된 배관 등은 화재의 위험이 있는 관련 시설과 완전하게 분리시킨다.

(2) 주요밸브의 개폐, 압력계, 온도계, 전원 등은 정지상태로 되어 있어야 한다. 특히 밸브는 확실하게 잠겨있는지 확인하여야 한다.

(3) 내압이 걸려 있는 용기는 압력이 완전히 대기압 상태로 되어 있어야 한다.

6.1.1.3 용기 내용물의 배출

(1) 용기를 개방하기 전에는 모든 잔여 화학물질이 가능한 한 최소한의 레벨까지 배출되어야 한다. 배출시 저장탱크 내부의 잔유물을 부양시키기 위해 기설치되어 있는 배관을 통해 물을 추가로 주입시켜 배출시킬 수도 있다.

(2) 가연성물질을 저장했던 용기에 대해서는 물, 증기, 불활성가스 등으로 세정하거나 퍼지(PURGE)를 하여 가연성물질 등을 완전히 배출시켜야 한다.

(3) 저부에 찌꺼기가 남아 있을 때는 용기의 외측에서 작업을 하여 이를 될 수 있는 한 제거한다.

(4) 비전도성 액체(벤젠, 에텔 등)를 용기로부터 유출시킬 때는 유동에 의한 정전기의 발생을 방지하기 위하여 용기와 받는 용기를 도선으로 접속하여야 한다.

6.1.1.4 청소준비

(1) 용기 청소방법을 잘 알고 있는 감독자가 작업현장에 배치되어야 한다.

(2) 감독자는 용기 내에 과거에 저장되었거나 혹은 가장 최근에 저장되었던 화학물질의 종류 뿐만 아니라 저장탱크내의 슬러지 및 탱크자체의 외관상태 등을 잘 알아야 하며, 내부 청소전에 현장조사를 실시하여 청소작업을 실시하기에 안전한가를 결정해야 한다.

(3) 청소를 위해 사용되는 장비는 결함이 없고, 의도된 목적에 사용하기 적합한가를 확인하기 위해 검사되어져야 하며, 작업자는 모든 장비의 사용방법을 교육받아야 한다.

(4) 작업자는 용기 내부 청소중 안전보건대책, 구조절차, 화재 및 건강상 위험요인 등에 대해 교육받고 잘 숙지하고 있어야 한다.

6.1.1.5 점화원 억제

(1) 용기 내부 청소를 시작 후에는 용기 내에 증기 및 슬러지 등이 제거될 때 까지 전기 혹은 내연기관 등 점화원이 될 수 있는 것은 사용하지 않아야 한다.

(2) 전기 혹은 내연기관 등을 사용할 때에는 용기로부터 멀리 설치하여야 하며, 바람으로 증기가 이동되어 위험한 상태로 된 지역이나 천둥 및 번개가 치는 지역에서 작업을 하여서는 안된다.

(3) 용기 내부에서는 가연성 증기가 없어질 때 까지는 방폭전기기구를 사용 하여야 한다.

(4) 작업 중에 예상치 못한 점화원이 생길 가능성이 있으므로 용기 내부 환기 및 청소 작업시에는 지상 근처에서 증기의 발산을 피하도록 하여야 한다.

(5) 야간에 용기 내부작업을 하는 것은 감독자, 감시원, 작업원 등의 제한된 시야로 인해 위험한 상태가 발생할 수 있으므로 피해야 한다.

6.1.2 용기의 격리 및 개방

6.1.2.1 맹판설치

맹판설치와 관련된 자세한 사항은 KOSHA GUIDE「맹판 설치 및 제거에 관한 기술지침」등을 참조한다.

6.1.2.2 개방

(1) 용기를 개방기 전에 다음과 <표 5> 개방 전 확인사항을 확인하고, 개방한다.

(2) 용기는 개방과 동시에 맨홀 등의 출입구에 “출입불가” 혹은 “출입금지” 표시판을 부착하여야 한다.

<표 5> 개방 전 확인사항

항 목	확 인 내 용
작업책임자	작업책임자는 결정되었는가?
작 업 자	① 작업자는 작업의 위험성에 대하여 교육을 받았는가? ② 이상 발생시 긴급 조치요령을 알고 있는가? ③ 작업자의 복장, 신발은 적절한가?
작 업 장 소	① 작업장소의 적절한 위치에 “작업 중”“화기엄금”“출입금지” 등의 표지는 되어 있는가? ② 맨홀 등은 전부 열려 있는가? ③ 용기와 연결된 배관 등은 떼어놓든지 또는 맹판 등으로 완전히 차단하고 있는가? ④ 환기는 충분한가? ⑤ 송, 배기구의 위치는 적당한가? ⑥ 방폭형 전기기구를 사용하고 있는가? ⑦ 전기기구(코오드) 등의 절연상태를 확인하고 있는가? ⑧ 필요한 보호구는 준비되어 있는가? - 마스크, 안전공구 등 ⑨ 필요한 작업도구는 준비되어 있는가? - 사다리, 안전도구 등 ⑩ 담배, 성냥, 라이터 등을 가지고 들어가는 일은 없는가? ⑪ 피난구 등 대피의 준비는 충분한가?

6.2 설비 및 기자재 운반작업

6.2.1 체인블록 사용작업

(1) 기어(마모, 베어링의 헐거움, 스프링), 브레이크(마모, 작동상태), 훅크(변형과 마모), 체인(이음부분의 손상, 링크의 손상 및 늘어남) 등을 점검한다.

(2) 사용하기 전에 들어올릴 물건에 대하여 충분한 강도를 가지고 있는가를 확인한다.

(3) 체인블록에 하중이 직접 걸리는 부분은 충격하중이 작용하는 경우를 고려해서 강제를 사용한다.

(4) 정격하중 이하로 작업한다.

(5) 체인블록 사용에 의한 사고의 대부분이 체인의 파단에 있으므로 체인의 안전율을 5 이상으로 사용한다.

(6) 다음 경우의 체인을 사용하지 않아야 한다.

(가) 길이(장경)가 제조시에 비해 길이의 5%를 초과하여 늘어난 것.

(나) 링의 단면이 제조시에 비해 직경의 10%이상 감소한 것.

(다) 균열이 있는 것.

(라) 심히 변형된 것.

(7) 방폭지역에서 사용되는 체인블록은 체인과 활차의 마찰로 인한 불꽃 발생의 우려가 있으므로 활차 등은 불꽃이 발생하지 않는 재질을 선정하여야 한다.

6.2.2 호이스트 사용작업

(1) 운전자는 작업복의 소매나 바지 옷자락을 졸라매고 미끄러지지 않는 신발을 착용한다.

(2) 호이스트는 매일 사용하기 전에 반드시 각 부분의 점검, 주유, 소제 등을 하고 특히 다음 사항에 대해서는 충분한 주의를 기울여 점검한다.

(가) 리밋트스위치는 작동에 이상이 없는가?

(나) 마그네트 브레이크는 정상으로 작동하는가?

(다) 누름보턴 스위치는 정상으로 작동하는가?

(라) 훅크, 활차에 마모나 흠 등이 없는가? 훅크 상단의 회전은 양호한가?

(마) 와이어로프의 소선의 절단, 마모, 꼬임은 없는가?

(3) 다음의 경우에는 호이스트 사용을 중지하여야 한다.

(가) 와이어로프의 상태가 불안할 때

(나) 호이스트의 몸체, 매달이 기구에 이상이 보일 때

(다) 훅크가 물체의 중심으로부터 크게 벗어난 위치에서 매달 때

(라) 와이어로프가 엉켰을 때

(바) 정격하중 이상의 중량물을 취급시

(4) 주행시에는 특히 다음 사항에 주의하여야 한다.

(가) 정지시에는 일단 정지하고 주위를 확인한 뒤에 완전히 정지시킬 것.

(나) 주행 스토퍼에 충돌시키지 말 것.

(5) 물건을 내릴 때에는 지면 가까이에 호이스트를 일단 정지시키고 내려놓을 장소가 안전한가를 확인한 후에 내려놓아야 한다.

(6) 물건을 매달아 둔 채로 방치하지 않아야 한다.

(7) 작업한 뒤 훅크의 높이는 작업바닥에서 약 2미터의 높이를 유지하여야 한다.

6.2.3 이동식크레인 사용작업

(1) 이동식크레인 검사증의 비치 및 크레인 운전사의 면허증을 확인한다.

(2) 기계의 운전취급에 숙지된 적임자임을 확인한다.

(3) 설치작업계획을 사전에 충분히 협의해서 작업내용, 작업공정, 작업장소, 달아올리는 물건의 하중, 작업반경, 설치높이, 붐의 길이, 수신호 방법 등을 확인한다.

(4) 크레인 작업장소의 지반내력 등이 안전한지 충분히 확인한다.

(5) 로프걸기 작업자는 유자격자 또는 유경험자이어야 하며 달기구와이어는 하중에 대해 안전한가를 확인한다.

(6) 달기하중이 크레인 사양에서 정해진 작업 반경 및 붐길이를 감안한 작업허용범위 이내의 무게인지 확인하여야 한다.

(7) 작업신호 방법이 크레인 운전자와 신호자 양방이 일치하는가를 확인한다.

(8) 크레인 운전자는 트럭크레인 등에 설치된 아웃트리거(OUT TRIGGER)를 수평으로 설치하여 지면과 접촉상태를 항시 확인하고 이때 지면위에는 받침목 등을 사전에 준비하여야 한다.

(9) 크레인의 붐을 내릴 경우는 작업반경이 커지나 운전자의 오판시 과하중을 들어 올릴 수도 있다. 특히 대형 크레인일 경우 붐길이 40m이상인 작업에서는 운전자의 경험에만 의존하지 말고 항상 작업 반경의 변경에 따른 매달기 능력은 하중차트를 이용하여 치밀하게 정하여야 한다.

(10) 이동식크레인을 취급하는데 있어서는 작업준비절차, 작업 및 이동작업 등의 작업기준을 설정하고, 작업시에는 이 기준을 충실히 지켜야 한다.

6.2.4 매달기 작업시의 안전

6.2.4.1 매달기 일반수칙

(1) 작업내용을 숙지하고 안전도를 확인한다.

(2) 세심하고 신중하게 실시하고 서두르지 않아야 한다.

(3) 달기 작업자와 신호자는 상호호흡을 맞춰 작업을 실시한다.

(4) 복장은 단정하고 활동이 자유로운 것을 선택한다.

(5) 안전화는 미끄러지지 않는 것을 선택한다.

(6) 급정지를하여 크레인에 충격을 주지않아야 한다.

(7) 매달아 올릴 물건의 중량을 오판하지 않아야 한다.

(8) 매달기는 각도는 60도 이내로 한다.

(9) 고열물의 취급시에는 체인을 사용한다.

(10) 한가닥 걸이는 엄금하고 4가닥 걸이나 2가닥 걸이로 한다.

(11) 모서리가 예리한 곳이나 손상하기 쉬운 곳은 고무나 나무 등으로 덧대어 준다.

(12) 와이어로프나 체인은 바닥 밑으로 늘어 뜨리지 않아야 한다.

(13) 장애물이 없을 때는 되도록 낮게 운반한다.

6.2.4.2 이동작업시의 안전

(1) 매달아 올린 물건이 동요하거나 선회하지 않도록 속도를 조절한다.

(2) 매달아 올린 물건을 이동할 때는 특수한 경우를 제외하고 그 높이를 2미터 이상으로 유지하며 사람의 머리 위를 피한다.

(3) 주행시 긴 물건을 옆으로 돌리면 미끄러지면서 떨어져 다른 물체에 충돌하므로 특히 주의한다.

(4) 굽힘이 큰 철판이나 긴 물건을 높이 매달아 올리지 말고 안전한 통로상을 선정하여 조심스럽게 운반한다.

(5) 미끄러지기 쉬운 물체를 운반할 때에는 주행 시작시점과 끝시점에 급격하게 출발 또는 정지하지 않도록 주의한다.

(6) 매달아 올린 물건에 사람이 타고 있을 때는 사람이 내릴 때 까지는 운전하지 않아야 한다.

(7) 급정지를 하여 크레인에 이상 충격을 주지 않아야 한다.

(8) 목표지점에 거의 도달하면 1차로 속도를 줄이고 소정의 위치에 도달할 때에 조용히 브레이크를 걸어서 정지한다.

(9) 주행 중에는 경광등을 사용하고 필요시에는 경적을 울려서 경고한다.

(10) 역회전을 할 때는 스위치를 끈후 일단 정지후 점검을 하고, 계속하여 스위치를 조작하지 않아야 한다.

6.2.4.3 길이가 긴 물건을 들어올리는 방법

(1) 긴 물건을 수평으로 취급할 때는 2개 이상의 조임 또는 물림 개소를 만든다.

(2) 조임 또는 물림 개소가 없을 때는 물건의 수평을 유지하도록 와이어로프를 걸고 양 끝에 보조로프를 걸어 물건의 동요를 막는다.

(3) 들어올리는 각도가 90도 정도에서 미끄러짐을 막기 위하여는 여러차례 감아야 한다.

(4) 감아올릴 때에는 일단 정지하고, 와이어로프의 걸은 상태를 확인한다.

(5) 와이어로프의 양쪽에 평행을 이루도록 중량을 유지한다. 매달린 각도가 너무 작을 때는 의외로 절단되기 쉬우므로 충분히 주의하여야 한다.

6.2.4.4 기타 작업시의 안전

(1) 특수한 물건에 대해서는 전용의 매달기 기구를 사용한다.

(2) 물건을 묶어서 매달거나 조였을 때의 각도가 120도를 넘지 않도록 한다.

(3) 물건의 형상, 크기에 따라 120도 이내로 유지하는 것이 어려울 때는 다음 사항을 준수한다.

(가) 안전계수를 많이 줄 것.

(나) 보조 와이어로프를 부착할 것.

6.3 용기의 환기작업

6.3.1 용기 내 환기

(1) 산소결핍이나 황화수소(H2S : 유기물의 부패시에 발생)에 의한 중독을 방지하기 위해서는 근본적으로 작업자가 유해·위험한 상태의 용기 내부에 들어가서는 안된다.

(2) 부득이하게 용기 내부에서 작업을 해야만 되는 경우는 그 내부에 들어가기 전에 감독자의 지휘에 따라 환기를 시행하여야 하며 내부 작업환경을 측정하여 모든 측정점에서의 산소농도가 18% 이상이고, 황화수소 농도가 10ppm 이하인지를 확인하여야 한다.

(3) 작업환경중의 산소농도와 황화수소 농도가 안전하다고 확인되더라도 작업시작의 지시가 있기 전에는 공기호흡기 등을 장비하지 않고서 용기 내에서 작업을 수행해서는 아니된다. 안이한 생각으로 무관심하게 들어가 사망하는 사례가 많으므로 주의하여야 한다.

(4) 작업자가 한 사람이라도 위험장소에 잔류하는 한 환기는 계속하여 실시하여야 하고, 정전 등으로 환기가 중단되는 경우에는 곧바로 대피할 수 있도록 하여야 한다.

(5) 폭발의 방지를 위하여 질소로 충전한 용기 등에 들어갈 때는 환기할 수 없으므로 공기호흡기 등을 사용하여야 한다.

6.3.2 환기의 방법

6.3.2.1 자연환기

(1) 자연적인 환기를 이용하는 자연환기법은 맨홀 등의 개구부에서 자연적으로 불어오는 바람을 이용하여 환기되도록 하는 방법이므로 필요환기량을 의도적으로 확보할 수 없으며 환기효율도 좋지 않고, 환기되지 않는 고립부분이 남게 되는 등의 단점이 있다.

(2) 자연환기는 처음에는 증기가 측판 맨홀로부터 확산하며 바람이 없는 경우에는 상당히 먼 거리까지 표류할 수도 있다.

(3) 자연환기 마지막 단계에서 바람 혹은 태양의 열로 인해 증기가 역류할 수도 있고, 증기의 표류 및 농도는 예측할 수 없는 바, 환기작업 중인 저장탱크 근처에서는 어떤 작업도 허가되어져서는 안된다.

(4) 일반적으로 산소결필 공기나 황화수소는 통기가 좋지 않은 장소에 체류하므로, 이러한 곳에서는 자연환기 만으로는 충분한 환기가 보장되지 않으므로 주의하여야 한다.

(5) 자연환기 시에는 하부 맨홀과 상부 맨홀을 모두 열어 환기가 잘되도록 하여야 한다.

6.3.2.2 기계적 환기

(1) 기계환기법은 팬 등의 기계력을 이용하여 환기하는 방법으로 배기식과 송기식 및 송배기식의 3가지 종류가 있다.

(2) 기계환기는 다소 비용이 들기는 하지만 자연환기보다는 짧은 시간에 필요한 환기를 시행할 수 있는 장점이 있다.

(3) 협소한 장소에서 산소로서 환기하는 경우에는 산소농도의 조절이 곤란하므로 국부적인 산소과다 상태가 될 염려가 있다.

(4) 국부적인 산소과다 상태에서는 화재나 폭발 및 화상 등이 발생될 가능성이 매우 높으며, 고농도의 산소를 장시간 동안 호흡하게 되면 산소중독 즉 산소과다증으로 될 위험성이 존재하므로 순수한 산소에 의한 환기는 바람직하지 않다.

6.3.2.3 기계적 환기 시의 유의사항

기계적 환기를 시행할 경우 다음의 사항에 대해 유의하여야 한다.

(1) 효율과 능력이 있는 환기설비로 충분한 시간동안에 걸쳐 환기를 하여야 한다.

(2) 환기와 배기가 중단되지 않고 작업환경 내부(용기 내부)가 균일하게 환기되도록 하여야 한다.

(3) 모퉁이나 구석진 곳 등에도 환기가 이루어지도록 하여야 한다.

(4) 신선한 공기가 인입되는 곳은 될 수 있는 한 작업자의 작업위치에 근접하여야 한다.

(5) 필요한 동력원을 확보해 놓아야 한다. 작업 중에 환기설비의 운전이 중단되지 않도록 자가발전설비도 고려하여야 한다.

(6) 용기 내부에 가연성가스 또는 증기가 존재할 때는 방폭구조의 환기장치를 사용하여야

한다.

6.3.3 가스농도 및 산소농도 측정

6.3.3.1 농도측정

(1) 용기 내 작업전·후에는 주기적으로 용기 내·외부의 가스농도 및 산소농도를 측정해야 하며, 측정결과는 작업허가서에 기록되어야 한다.

(2) 측정순서는 산소농도, 가연성가스 및 증기, 유독가스 순으로 수행한다.

6.3.3.2 측정장소

(1) 유독가스가 체류하거나 불활성가스가 침입 혹은 정체할 염려가 있는 장소

(2) 용기 내부의 수직방향 및 수평방향으로 각각 3곳 이상. 단, 비교적 넓은 장소에서는 수직, 수평 방향으로 간격이 악 5m가 되도록 측정점을 늘릴 필요가 있다.

(3) 작업자가 출입하는 장소

6.3.3.3 측정시 유의사항

(1) 측정자로 지명을 받은 사람은 측정방법에 대해서 충분히 숙지하고 있어야 하며, 측정장비는 사용전 필히 시험해 보아야 한다.

(2) 측정자는 보호구 등 장비없이 용기 내에 출입하여서는 안된다.

(3) 추락의 염려가 있는 곳에서는 감시자가 측정자를 감시할 때에도 인명줄을 장비하여 안전을 확인해야 한다.

(4) 깊은 곳의 측정시에는 공기호흡기, 산소호흡기 및 송기마스크를 구비하고 내부에 들어가, 호기밸브에서의 호기를 흡입하기 않도록 주의하여 측정해야 한다.

(5) 측정자는 메탄가스가 존재할 염려가 있는 장소에서는, 압축산소방출식 마스크를 사용하여야 한다. 또 내부조명에는 가스폭발의 위험을 방지하기 위하여 정착식 또는 휴대식으로 보호가드 부착 또는 방폭구조의 전등을 써야 한다.

(6) 냄새가 지독하거나, 기분이 좋지 않거나, 가벼운 두통이 있거나, 눈이 감기거나, 호흡이 힘들거나, 불쾌하여 토기가 있는 등의 징후를 감지했을 때는 즉시 작업을 중지시키고 밖으로 나오도록 한 후 다시 내부 점검을 하여 안전을 확인하여야 한다.

6.4 용기 내 작업

6.4.1 용기 내 작업준비

(1) 용기 내 작업이 허가되면 용기에 “출입가능” 표시판을 설치한다.

(2) 작업 중 용기주변의 작업조건에 변동이 있을 시는 즉시 작업이 중단되어야 하며 가스농도 및 산소농도 측정 후 작업허가서가 재발급될 때 까지는 용기 출입구에 “출입불가” 표시판을 부착하여야 한다.

(3) 감시자는 작업자가 용기 내부로 들어간 시간과 목적 등을 기록해야 한다.

(4) 감시원은 작업이 완료되었을 경우 감독자에게 작업완료 상황을 보고하여야 하며, 식사시간, 작업변동 등으로 작업이 일시 중단되는 경우에는 작업자 이외의 다른 종업원이 무단으로 용기 내부에 출입하는 것을 방지하기 위하여 용기로 연결된 사다리 등에 식별이 용이하게 “출입불가” 표시판을 부착한 후 용기를 떠나야 한다.

(5) 비상시 공기공급을 위해 용기 가까이에 비치한 공기공급 호스의 끝부분에는 “공기”라는 표시판을 부착하여 질소라인과의 혼동을 피해야 한다.

6.4.2 화기작업을 위한 준비

작업전에 화기사용 허가수속을 완료하고 화기사용을 위한 준비로써 다음과 같은 사항을 준수하여야 한다.

(1) 화기를 사용하는 장소(불티의 비산도 고려)로부터 일체의 위험물질과 연소하기 쉬운 물질을 제거한다. 혹시 현장에 기름이나 위험물 및 이들의 증기가 있는 경우는 물로 수세하거나 스팀 등으로 처리를 하여 위험이 없도록 한다.

(2) 풍향을 고려하고 방화포나 철판 등으로 위험한 증기의 출구를 막고 모래를 넣어 밀봉한다. 잔유에는 모래를 뿌려서 불티의 비산등으로 인해 착화가 일어나지 않도록 한다.

(3) 가스감지를 실시하여 안전을 확보한다.

(4) 지정 소화기를 준비하고 소화전 등은 즉시 사용가능한 상태로 유지한다.

(5) 소정의 보호구 및 구급용구는 즉시 사용가능한 상태로 준비한다.

(6) 배수관, 하수구, 전선구(CABLE DUCT), 개방된 배관 및 맨홀 등과 통하고 있는 부분이 있는 경우는 특히 주의깊게 점검하고 맹판 등으로 밀봉하여 불의의 사고 유발을 방지한다.

(7) 증기배관은 냉각하면 감압이 되어 위험물의 증기를 빨아 들이기 때문에 화기 사용전에는 반드시 가스감지를 실시한다.

(8) 공기배관에는 압축기류의 윤활유 등이 혼입되어 오거나, 또는 공기 불어내기(AIR BLOW)용으로서 용기류에 접촉해 있기 때문에 기름이 유입되는 일이 있으므로 반드시 떼어내서 점검을 하던지, 또는 안전한 장소에 통기하여 세정을 한다.

(9) 에어폼 배관, 공업용수 배관 등에도 용기로부터 역류하는 일이 있으므로 점검을 한다.

(10) 모든 배관은 관내부에 가스감지를 실시하여 가스가 없는 것을 확인하고 나서 화기를 사용해야 한다.

6.4.3 작업시 주의사항

용기 내 작업시 주의할 점은 다음과 같다.

(1) 발열·발화방지

작업 중 특히 필요하다고 인정하는 경우에는 물을 뿌리거나 스팀, 불활성가스 등을 사용하여 발열·발화를 방지한다. 이 경우 특히 스팀을 사용할 때는 정전기 제거대책의 일환으로 증기노즐이나 탱크 등을 접지하여야 한다.

(2) 타격불꽃 방지

작업 중에 공구를 던지거나 공구가 낙하되거나 하여 타격불꽃을 발생시키는 행위를 하여서는 아니되며 타격불꽃을 야기시킬 수 있는 공구는 사용해서는 안된다.

(3) 정리정돈

작업현장에서는 불필요한 물건을 매일 제거하고 방화상, 소화활동상, 지장이 되지 않도록 정리정돈하는 것이 매우 중요하다.

(4) 표시

화기사용 허가장소에는 화기사용허가 표시판을 반드시 게시하고 표지판을 보기 쉬운 장소에 필요한 수 만큼 부착하도록 한다.

(5) 전기기기의 취급

(가) 저항기구 및 저항기는 반드시 접지를 한다.

(나) 저항기의 2차 접지선은 피용접부에 붙이고 가교 또는 지지대에 연결하지 않도록 한다.

(다) 이동형 또는 가반형의 전기기계 기구에는 감전방지용 누전차단기를 사용한다.

(라) 용기 내부 기타 현저하게 좁은 장소에서 교류아크용접작업을 하는 경우는 자동전격방지장치가 부착된 것을 사용하며 2차측 전선은 피용접물에 확실히 접속한다.

6.4.4 작업종료시의 조치

용기 내 작업시에는 일시에 다량의 파편 및 분진이 발생할 수 있다. 위험구역에서 화기를 사용할 때는 방호벽 등을 설치하기 때문에 작업장이 매우 협소하게 된다. 따라서 이들 파편 및 분진을 가능한 한 작업장 밖에 저장하여야 한다.
작업 종료 후 재사용할 물건을 작업통로이외의 적당한 장소에 정리해 놓는다. 이 경우 소화전 주위로부터 2m 이상 이격시켜야 하며 언제든지 소화활동에 지장이 없도록 주의를 기울여야 한다.

(1) 작업시공자는 작업후의 상태 등을 점검하고 작업에 사용된 공구류, 핸드램프 등은 정리하여 개수를 점검하고 원칙적으로 지정장소에 격납하던지 또는 정비실에 보관을 의뢰하여 하여야 하며 현장 또는 설비내부에 방치된 상태로 두어서는 안된다.

(2) 작업시공자는 작업시 발생한 폐목, 분진 등을 회사에서 지정한 장소에 반입한 것을 확인하고 작업장의 정리, 청소를 한다.

(3) 작업시공자는 작업담당자에게 작업 종료를 보고하고 점검을 받은 후 작업일지에 작업

내용 및 특기사항을 기록한다.

(4) 용접작업 종료시는 전원을 끄고 홀다는 사람이 왕래하지 않는 장소에 보관하고 용접의 잔두는 가지고 간다.

(5) 토치램프는 사용 후 공기를 빼고, 안전한 장소에 보관한다.

6.4.5 확인점검 및 격리의 해제

(1) 용기를 격리할 목적으로 설치한 맹판을 제거하고자 할 때는 반드시 작업허가서를 발급받아야 한다.

(2) 용기의 출입구가 닫히기 전에 맹판을 제거할 경우는 반드시 용기 내부에 다른 작업자가 있는지 여부를 확인하여야 한다.

(3) 작업도구 등 불필요한 물건의 방치여부를 확인한 후 용기입구에 “출입불가” 표지판을 붙이고 맹판을 제거해야 한다.

6.5 용기 내부검사

6.5.1 비파괴검사

6.5.1.1 용기 내부의 용접부위는 방사선 투과시험 및 초음파시험 등의 비파괴검사를 선택하여 시행하여야 한다. 용접부위 대한 평가 방법은 KS B 0845 및 KS D 0233에 따른다.

6.5.1.2 방사선 투과시험

(1) 방사선 투과시험의 실시는 다음과 같이 규정한다.

(가) 수직용접부 : 수직용접 부분의 첫번째 3m 이내에서 한곳을 선정한다. 그런후 약 30m 추가 용접선마다 방사선 지점을 선정하고 나머지는 동형용접 및 수직용접부의 주요지점에서 선정한다. 최소 두 개이상의 교점이 생기는 수직 및 수평 용접부의 교차점의 검사지점은 최소한 25%를 선정한다.

(나) 수평용접부 : 전용접이 규정된 경우 수평 용접부의 첫 3m 내에 한점을 선정한다. 그런후 각 추가 60m 마다 한점을 선정하고 나머지는 동형용접 및 수평용접부의

주요 지점에서 선정한다.

(2) 방사선 투과시험 지점을 선정하여야 한다.

(3) 용접이 진행됨에 따라서 가능한 한 빨리 방사선 투과시험을 실시해야 한다.

(4) 각 방사선 투과시험의 필름은 용접부 길이를 선명하게 나타내고 용접부를 중심부에 위치시키고, 고유 위치 표시 및 두께측정 혹은 용입측정 등을 표시할 적정 공간이 있는 충분한 폭이어야 한다.

(5) 방사선 투과검사 판정기준은 KS B 0845 및 ASME 보일러 및 압력용기 Code Sect. VIII, Division 1, UW-51(B)절에 따른다.

6.5.2 결함제거 및 보수

(1) 크랙을 제외한 루트(ROOT) 및 용제 비드내의 모든 결함은 보수를 하여야 한다.

(2) 결함을 보수하기 전에 손상된 결함은 완전히 제거하여 슬래그나 기타 이물질이 퇴적되지 않도록 해야한다.

(3) 보수된 곳은 방사선 투과시험을 전술한 바와 같은 방법으로 다시 시행하고, 동일 한 방법으로 검사원이 검사결과를 판정한다.

(4) 크랙의 보수시에는 다음의 서류를 갖추어 분석해야 한다.

(가) 크랙발생 지역의 검사방법

(나) 크랙 제거방법

(다) 예열 및 내부용접층 입열량

(라) 용접절차 및 용접봉의 형태

(마) 내부용접층 비파괴검사에 관한 사항

(바) 후열처리

(5) 보수작업은 용접보수에 경험이 있는 기술자의 감독하에 수행한다.

(6) 보수한 용접부는 자분탐상검사 또는 액체침투 탐상검사를 시행하여 크랙이 완전히 제거되었는지를 확인한다.

(7) 용기의 부위별로 추천되는 방사선 투과시험을 제외한 비파괴시험방법은 다음과 같다.

표1. 비파괴시험 방법

번호	부 위	검 사 방 법				비고
		MT(PT)	UTM	VT	VBT	
1	밑판(BOTTOM)	×	○	○	×	
2	밑판의 겹치기 이음부	○	×	○	○	
3	환형밑판	×	○	○	×	
4	환형밑판과 맞대기 이음부	○	×	○	○	
5	환형밑판과 옆판의 구석살 이음부	○	×	○	○	
6	옆판의 맞대기 이음부	○	×	○	×	
7	옆판(SHELL)	×	○	○	×	
8	옆판의 개구부	×	×	○	×	
9	푼툰덮개 상하부	×	○	×	×	Floating Roof Type
10	바닥물빼기와 밑판의 겹치기 이음부	○	×	○	○	
11	바닥드레인	×	○	○	×	
12	접지부	×	○	×	×	
13	ROOF 맞대기 이음부	○	×	○	○	Dome Roof Type
범례 : MT - 자분탐상검사 UTM - 초음파두께측정 VT - 육안검사 VBT - 진공상자시험						

6.5.3 용기 충수(물채우기, Full water)시험

용기 충수시험은 다음 절차에 따라 실시한다.

(1) 충수시험에 사용할 물은 15℃ 이상의 공업용수를 사용한다.

(2) 물을 채우기 전에 레벨 측정한다.

(3) 물을 30cm 채운 후 레벨 측정한다.

(4) 물을 용기 높이 1/2을 채운 후 레벨 측정한다.

(5) 물을 용기 높이 3/4을 채운 후 레벨 측정한다.

(6) 물을 만수위까지 채우고 48시간 유지한 후 레벨 측정한다.

(7) 용기를 비운 후 레벨 측정한다.

(8) 충수과정에서 규정치 이상으로 용기 기초의 급격한 부등침하가 발생할 경우 충수를 중단하고 용기를 비운 뒤 잭을 조여 용기 기초를 보강한 후 상기 절차에 따라 다시 실시한다.

6.6 용단 및 용접 등 화기작업

용접 및 용접 등 화기작업은 KOSHA GUIDE「용접·용단 작업 시 화재예방에 관한 기술지원규정」등을 따른다.

6.7 설비조립 및 설치작업

6.7.1 기기의 조립 및 설치일반

(1) 기기의 설치공사는 시방서 혹은 도면에 규정된대로 실시하여야 한다.

(2) 설치시 기기류의 노즐 및 그밖의 부속품은 변형 또는 손상되지 않게 보호하여야 한다.

(3) 설치 전에 기기의 기초, 구조물의 기준선 및 중심선의 마아킹을 확인한다.

(4) 설치 전에 기기의 중량을 확인하고 또한 설치용 공기구의 안전성을 확인한다.

(5) 리프팅러그가 없는 기기를 달아올릴 경우 기기의 중심 및 와이어로프가 닿는 위치의 기기 몸체 등의 강도를 충분히 검토하여야 한다.

(6) 기기의 정확한 방향, 설치높이, 수직도 혹은 수평도에 주의하여 기초에 손상을 주지 않도록 신중하게 설치작업을 하여야 한다.

(7) 기기류의 설치작업은 기기 기초 및 구조물의 구조 등의 복잡한 조건에 따라 달라지므로 매 작업시 최선의 작업방법을 수립하여야 한다.

(8) 기기류의 설치공사에는 이동식크레인에 의한 설치방법이 많이 채용되지만, 구조물내 등에 설치되는 특수한 경우에 있어서는 체인블록, 잭 및 윈치 등을 사용하게 되므로 최적의 작업 요령을 결정하여야 한다.

6.7.2 기기류의 중심내기 조정과 그라우팅공사

6.7.2.1 중심내기 및 그라우팅 공사용공구 및 기구

(1) 중심내기 공기구에는 ① 트랜시트 2 ② Y레벨 1 ③ 수준기 2 ④ 철제자 1식, ⑤ 줄자(30m 등) 1식 ⑥ 전기용접기 1 ⑦ 가스도구 1식 ⑧ 다듬질용공구류 1식을 준비한다.

(2) 그라우팅용 공기구로서는 ① 스콥 ② 반죽판 ③ 다짐봉 ④ 버킷 등을 준비하여야 한다.

6.7.2.2 설치 전의 기초의 확인조정

(1) 각 기기 기초의 기준선 및 중심선을 확인하고 Y레벨 등에 의해 기기의 설치높이를 측정하여 탑류, 용기류, 열교환기 및 그밖의 기기에 따라 설치 위치를 정하며 패커를 수평으로 고정한다.

(2) 라이너의 설치부위는 기기의 종류 및 중량에 따라 다르며 기기제작처에서 구체적인 설치시방이 정해진다.

(3) 라이너는 플랫(FLAT)라이너와 테이퍼(TAPER)라이너의 두 종류를 준비한다. 얇은 라이너를 여러겹으로 쌓는 것은 좋지 못하며, 대개 그라우트 여유분을 25mm로 하는 설치시방이 많으므로 라이너는 두께 9mm~12mm를 선정한다.

(4) 기기 설치시에는 필요한 수 만큼의 라이너를 앵커볼트 가까이에 준비한다.

6.7.2.3 기기의 중심내기 조정

(1) 탑류 및 용기의 중심내기 조정 작업은 다음의 순서로 실시한다.

(가) 리액터 등 대형이며 수직형 용기의 중심내기 작업은 기기를 향하여 직각인 두 방향으로 트랜시트(TRANSIT)를 설치하여 수직도를 측정한다.

(나) 측정은 가능한 한 태양이 비추는 정오를 피하고 구름이 있는 날이나 이른 아침에

실시한다. 중심내기 조정요령은 미리 마아킹된 기기의 중심선을 트랜시트로 측량하고 수직선과의 차이를 해머 등으로써 테이퍼라이너를 미세하게 조정하여 중심내기를 한다.

(다) 기기수직도의 표준공차는 시방서 또는 도면에, 최대편차는 기기 높이의 1/1000 또는 20mm 이내의 적은 쪽을 택한다.

(라) 중심내기 종료 후에는 앵커볼트의 너트를 완전히 조이고 와셔가 있는 것은 기기와 용접해서 고정하고 그 다음에 그라우팅을 한다.

(2) 열교환기 및 그 밖의 기기의 중심내기조정 작업은 다음의 순서로 실시한다.

(가) 설치가 끝난 기기는 그 설치높이 및 설치방향을 확인하고 수직형 기기에 대해서는 2점 이상의 수직도를 측정하고 수준기에 의해 플랜지 등의 부품에 대한 수평도 혹은 수직도를 확인한다.

(나) 용기형의 기기에 대해서는 시방서 혹은 도면에 그 수평에 대한 공차가 규정되어 있으면 Y레벨 및 수준기로 요구되는 수평도까지 테이퍼라이너 등으로써 조정하여 중심내기를 한다.

(다) U형 열교환기 등과 같이 점검시의 조건을 생각하여 경사도가 요구되면 약간 경사지게 하여 설치한다.

6.7.2.4 그라우팅공사

(1) 설치된 기기류의 중심내기 조정을 끝내고 앵커볼트가 완전히 조여지고 기기설치의 완료를 확인한 다음 그라우팅 공사를 시작한다.

(2) 그라우팅을 하는데 있어서는 우선 기초면을 충분히 청소하고 물을 살포한 다음 기기와 기초와의 접착부에 조금의 여유공간도 남지 않도록 시멘트몰타르를 충진한다.

(3) 보통 시멘트몰타르의 배합비율은 시멘트 : 모래 = 1 : 2로 하고 이에 대해 물의 비율은 30~40%로 한다.

(4) 진동의 발생이 우려되는 기기류는 무수축시멘트에 의한 그라우팅이 요구된다. 그러나 무수축시멘트는 보통시멘트보다 고가이므로 특별한 케이스에 한하여 사용한다. 무수축시멘트의 배합비율은 보통 무수축시멘트 : 시멘트 : 모래 = 1 : 1 : 1로 한다. 제품에 따

라 자갈을 섞어 쓰는 것도 있다.

6.7.4. 배관연결 조립

6.7.4.1 배관과 배관연결

(1) 배관 조립시에는 자재가 도면 및 사양에 일치하는지 확인하여야 한다.

(2) 배관 부분은 조립전에 공기 혹은 물 등으로 파이프내의 스케일, 모래, 기름 등을 제거하고 파이프 양단은 이물질이 들어가지 못하도록 캡을 씌운다.

(3) 플랜지 연결시에는 중심선 또는 플랜지면의 평행상태를 확인하고 볼트가 일치하 도록 접속하여야 한다.

(4) 배관의 수평은 수평측정기를 사용하여 정확히 조정하여야 한다.

(5) 플랜지 조립작업전에 플랜지 면을 입자가 작은 사포를 사용하여 매끄럽게 처리한 후 플랜지 볼트를 사양에서 정해진 조임값으로 조인다.

(6) 계장덕트, 케이블 덕트 부근에서 화기사용작업은 케이블을 손상하지 않도록 보호한 뒤에 실시하여야 한다.

(7) 배관 조립중에 밸브는 반 정도 열려 있는 상태이어야 하며, 중간에 밸브를 개폐해서는 안된다.

(8) 배관을 시공후 도면상 명시된 구배 및 길이가 맞는지 확인하여야 하며, 고·저지점에 벤트 및 드레인이 규정된 위치에 설치되었는지 확인해야 한다.

(9) 신축이음은 배관의 신축방향을 고려하여 힌지가 맞게 설치되어 있는지 확인하여야 한다.

(10) 배관의 표면이 손상되지 않도록 취급과 설치에 주의하여야 하며, 표면 결함의 깊이가 1.6mm 이상인 경우 표면 손상으로 취급하여 제거하거나 보수하여야 한다.

(11) 표면 손상의 결함제거를 위하여 연마하는 경우 규정된 배관의 최소요구두께보다 얇아지지 않도록 하여야 한다.

6.7.4.2 플랜지 연결배관

(1) 플랜지에 의한 관이음은 볼트를 채우기 전에 볼트 구멍을 정확히 맞추고 플랜지의 전면적이 균일하게 접촉할 수 있도록 설치한다.

(2) 절연용 플랜지 키트의 설치가 도면에 명시된 경우는 부착 설치하여야 한다.

(3) 플랜지 볼트 조임시는 토오크렌치를 사용하여 볼트체결력을 유지하도록 한다.

(4) 볼트의 조임순서는 항시 대각선 마주보는 방향의 순으로 하여야 한다.

6.7.4.3 배관 가스킷 설치

(1) 사용조건(내부 유체의 온도, 부식성, 시험압력과 사용압력, 플랜지의 형상, 가스킷의 폭)에 적합한 재질을 선정한다.

(2) 플랜지면에 이물질이 부착되어 있거나 플랜지 면이 훼손되어서는 안된다.

(3) 플랜지면에 비틀림이 없어야 하며 평행하고 중심이 어긋나지 않아야 한다.

(4) 가스킷은 플랜지면의 정확한 위치에 장착시켜야 한다.

(5) 고착방지 및 가스 누설방지 목적으로 가스킷에 접착제를 도포할 때에는 가능한 한 얇고 고르게 도포한다.

(6) 운전하기 전에 반드시 재조임을 실시한다.

(7) 면으로 제작된 시트를 사용할 때에는 시트를 만지거나 소금기가 있는 물에 시트가 닿지 않도록 해야 한다.

6.7.4.4 펌프 연결배관

(1) 베이스 위에 장착된 펌프유니트는 커플링의 중심내기가 되어 있지만 수송중에 베이스가 왜곡되는 수가 있으므로 모든 유니트는 현지 설치시에 다시 중심내기를 하여야 한다.

(2) 펌프 흡입관은 가능한 한 직선으로 짧게 하여야 한다. 만일 긴 흡입관이 필요한 경우는 배관의 마찰저항을 적게 하기 위해서 관치수를 크게하여야 한다.

(3) 국부적으로 공기가 모이는 높은 부위가 없도록 하기 위하여 레듀서를 사용하는 경우에는 상부가 일직선인 형태의 편심레듀서를 사용한다.

(4) 펌프에 접속하기 전에 완전히 플러싱하여 스케일 등의 이물이 들어가지 않도록 하여야 한다. 펌프 내부로 이물이 침입하는 것을 방지하기 위하여 펌프 흡입관 가까이에 임시 스트레이너를 설치한다.

(5) 토출관에는 체크밸브와 잠금밸브를 설치한다. 체크밸브는 펌프와 밸브 사이에 장착하고 과도한 배압에서 펌프를 보호하며, 구동전동기의 고장이나 동력정지의 경우 유체의 역류에 의해 펌프가 역회전하는 것을 방지한다.

(6) 배관의 플랜지면과 펌프노즐은 일단 맞추어 본 다음에 꼭 조여야 한다.

(7) 배관은 펌프케이싱에 왜곡을 주지 않도록 펌프 가까이에 독립적으로 지지하고 고정하도록 한다.

(8) 배관에 의한 변형은 종종 중심의 어긋남을 발생시키며 베어링의 소손, 커플링의 마멸, 진동, 샤프트의 파손 등의 원인이 되므로 유의하여야 한다.

(9) 펌프 베어링부의 냉각, 미캐니컬시일의 냉각, 플래싱, 시일링 등의 부속배관도 관속에 이물질이 들어가지 않도록 충분히 청소한 후에 조립하여야 한다.

6.8 수압시험, 기압시험 및 기밀시험

6.8.1 수압시험

압력용기는 완성후 도장 또는 라이닝을 실시하기 전에 수압시험을 하여, 누설여부 및 내압성능을 확인하여야 한다.

6.8.1.1 수압시험 압력

(1) 강제 또는 비철금속제의 압력용기는 최고 허용압력(또는 설계압력)의 1.3배의 압력에 다음의 온도 보정을 한 압력. 하지만, 2009년 이전에 제조된 용기는 명판에 표시된 수압시험압력

(2) 최고허용압력(또는 설계압력)이 200 ㎪ 미만인 주철제 압력용기는 최고허용압력의 2.5배이어야 하지만 400㎪ 초과 금지

(3) 최고허용압력(또는 설계압력)이 200 ㎪ 이상인 경우 주철제 압력용기는 최고사용압력의 2배의 압력

(4) 법랑 또는 유리 라이닝한 압력용기는 최고 허용압력(또는 설계압력)

(5) 대형의 압력용기 기타 그 구조가 물을 채우기에 적합치 않은 압력용기의 수압시험은 기압시험으로 대신 할 수 있다. 이 경우에 있어서 시험압력은 최고허용압력(또는 설계압력)의 1.1배의 압력에 제1호에 의한 온도보정을 한 압력. 하지만, 2009년 이전에 제조된 용기는 명판에 표시된 기압시험압력

(6) 다만, 수압시험 대신 기압시험을 실시하는 경우에는 압력용기의 용접부에 100 % 방사선 검사를 실시하여 이상이 없는지를 확인하여야 한다. 다만, 1차로 수압시험을 실시후에 2차로 기압시험을 실시하는 경우는 그러하지 아니하다.

(7) 기압시험은 대단히 위험한 검사방법이므로 가급적 피하는 것이 좋으나, 불가피하게 실시하여야 할 경우 압력용기의 주의에 방호벽을 설치하거나 압력용기를 참호속과 같은 안전한 곳에 두고 검사를 실시하여 만약에 발생할지도 모르는 시험도중의 폭발사고 등을 예방하여야 한다.

6.8.1.2 수압시험 방법

(1) 수압시험에 사용하는 물의 온도는 압력용기가 취성파괴를 일으킬 우려가 없는 온도로 해야 한다.

(2) 물을 충진한 다음 잔류공기를 제거하고 가압하여 승압시킨 후 압력을 유지하면서 용접부분을 비롯한 각 연결부분을 점검해서, 누설, 변형 등 기타의 이상이 없여야 한다.

(3) 수압압력유지 시간은 시험압력에 도달한 다음 30분간 이상으로 해야한다.

(4) 압력계는 최대 눈금이 시험압력의 1.5배이상 3배이하의 것을 2개 사용해야 한다.

(5) 수압시험시에 사용하는 물은 이물질이 없는 깨끗한 물을 사용하여야 하며 특히 오오스테나이트계 스테인리스 강판으로 용접 제작된 압력용기의 수압시험시에는 물에 함유된 염소의 농도가 약 50PPM을 초과하지 않아야 한다.

6.8.2 기압시험 방법

(1) 기압시험은 공기, 질소 등 위험성이 없는 기체를 사용해야 한다.

(2) 기압시험에 사용하는 기체의 온도는 압력용기가 취성파괴를 일으킬 우려가 없는 온도로 해야한다.

(3) 기압시험은 시험압력의 50%까지 서서히 가압하여 각부에 이상이 없음을 확인한 다음 10%씩 단계적으로 가압하여 각 단계별로 5분이상 유지하면서 시험압력까지 상승시킨 후, 다시 설계압력까지 압력을 내리고 이 압력에서 국부적인 팽창 또는 누설 등의 이상이 없는가를 확인하여야 한다.

6.8.3 기밀시험

수압시험 또는 기압시험을 종료한 후에 물을 제거하고, 안전장치, 밸브류, 압력계, 액면계 등의 부속설비를 모두 부착한 후 다음 각호의 규정에 의해 실시하여야 한다.

(1) 기밀시험의 압력은 설계압력 이상의 압력으로 하고, 그 압력을 유지하면서 발포제 등을 이용하여 누설여부를 확인하여야 한다.

(2) 동체, 맨홀, 노즐네크 등을 라이닝으로 시공한 경우에는 라이닝제의 용접선도 포함해서 발포제 등을 이용하여 누설여부를 확인하여야 한다.

(3) 압력유지 시간은 시험압력에 도달한 다음 15분 이상으로 하여야 한다.

(4) 기타 자세한 사항은 KOSHA GUIDE「불활성기체 등을 이용한 기밀시험방법에 관한 기술지침」등을 따른다.

6.9 정비 후 운전개시

6.9.1 주변환경의 정리정돈

(1) 작업장의 난잡한 상태에서 운전에 들어가면 작업동작시 위험하기 때문에 정리정돈 청소를 하여야 한다.

(2) 경보장치와 안전설비가 정상 작동하도록 되어 있는 것을 확인한다.

6.9.2 정비후 운전개시 계획의 결정과 부서간 연락철저

(1) 정비후 운전을 재개할 때는 시동할 장치, 기기를 명확하게 구분한다.

(2) 운전순서 및 신호방식, 밸브의 개폐분석 등 조작순서를 정한다.

(3) 조작담당자 등 지휘명령 계통을 확실히 한다.

(4) 연락부분에 대한 연락방법을 협의한다.

(5) 각 운전원은 어떤 사람의 지휘에 의해 어떤 작업을 할 것인지를 확인 시동한다.

6.9.3 장치의 점검

(1) 압력계, 온도계, 유량계 등 각종 계기류와 안전밸브 및 기타 밸브류의 기능을 점검한다.

(2) 장치내의 유분, 수분 등의 유·무를 조사한다.

(3) 작업 중에 설치된 맹판의 철거확인 및 볼트의 체결상태를 점검한다.

(4) 플랜지 부위에 삽인한 가스킷은 적정한 것을 사용하였는지를 점검한다.

(5) 시건장치가 필요한 밸브에는 정확하게 시건되어 있은지를 확인한다.

(6) 압력방출설비는 공정배관계장도에 표시된 상태로 되어 있는지를 점검한다.

(7) 기계류의 윤활유 상황, 안전카바류의 부착 상태 등을 확인한다.

6.10 정비·보수작업 평가 및 기록

6.10.1 정비·보수작업 평가

(1) 정비·보수작업이 완료된 후에는 최초의 작업계획과 추진사항을 각 항목별로 비교하여 평가하여야 한다.

(2) 작업 중 예상하지 못한 위험성이 발생된 경우에는 별도로 표시하여 차기 정비·보수작업 시에 반영하여야 한다.

(3) 정비·보수작업 일정 중 계획보다 빠르거나 늦게 진행된 사항에 대해서는 해당 사항이 적절했는지를 검토하여야 한다.

(4) 정비보수작업 중 지적된 사항은 차기 작업계획서 작성 시 고려하여야 한다.

6.10.2 기록

(1) 사업장에서 정한 기간 동안 관련서류를 보존하여야 한다.

<별표 1>

단위공장(공정) 전체 정비·보수일정표

연번	구성	보수일정												비고
		1	2	3								30	31	
1	단위공장 운전정지													
	1. 원료 공급중단)													
	2. 공정 냉각(Cooling down)													
2	유틸리티 중단													
	1. 스팀 중단													
	2. 질소 중단													
	3. 계장용공기 공급중단													
	4. 냉각수 중단													
	5. 냉동수 중단													
	6. 동력 차단													
3	공정 또는 설비 치환 (Purge)													
	1. 질소 치환(Purge)													
	2. 스팀 치환(Purge)													
	3. 공기 치환(Purge)													
	4. 화학물질 청소 (Chemical cleaning)													
4	특수작업 (별도 양식 가능)													
	1. 반응기 Sparger 교체 (예)	촉매 제거			Sparger 교체				Sparger 점검			닫음		
	2. HOT WORK													
	3. 용기 내 출입작업													
	4. 가동전 점검 및 개선사항 반영													
5	일반작업 (별도 양식 가능)													
6	가동전 점검													
	1. 설비별													
	2. 분야별													
7	Start-up													
	1.동력(전원) ON													
	2. IA/PA 복구													
	3. Steam 복구													
	4. 냉각수 복구													
	5. 냉동수 복구													
	6. 질소 Purge													
	7. Leak test													
	8. Start-up 준비													
	9. 순서별로 설비 ON													

<별표 2>

설비별 정비·보수일정

연번	설비번호	보수일정									도면번호 (P&ID)
		1	2	3					30	31	
1	R-101		물질 제거	치환	청소	맨홀 개방	내부 작업	맨홀 닫음	가동전 점검		
2	R-201										

<별표 3>

부서별 작업관리 현황

연번	작업내용	중장비 사용	작업 부서	수급업체	작업허가 종류	작업 시작일	작업 완료일	작업완료 여부	담당자	비고
1										
2		50톤크레인								
3		지게차								
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										

<별표 4>

밀폐공간출입작업 리스트

연번	설비번호	작업내용	입조일자	완료일자	맹판번호	P&ID번호	담당자	비고

<별표 5>

정비·보수작업 중 주요위험작업

작업종류	세부 고위험작업
공통작업	중량물작업, 비계작업, 굴착/토목작업
장치작업	열교환기분리/운반작업, 배관작업, Blind 작업, 압력시험, 고압수 청소작업, 충진물 교체작업, 밀폐용기 작업, Hot Bolting 작업, Hot Tapping 작업, Tank 정비작업, 수상 시설물 작업, 보온작업, 도장작업
검사작업	해상시설물작업, 밀폐용기검사, RT검사, Ball Tank 개방검사 및 보수작업
기계작업	원심압축기작업, 왕복압축기작업, 펌프작업, 스팀터빈작업, 팬쿨러 작업
계기작업	계기 철거 및 설치작업, 계기 측정기 정비작업, 계기조절기 정비작업, 분석기 정비작업, 판넬 철거 및 설치작업
전기작업	활선, 활선근접작업, 전기설비 점검 및 정비작업, 전선관 및 Cable Tray 작업, Cable 포설작업, 조명등작업, 변전소내 전기 판넬 교체

※ 상기 작업에 대한 JSA 결과는 는 SK이노베이션 홈페이지 참조

기술지원규정 개정 이력

□ 개정일 : 2025. 2. 3.

○ 개정자 : 한국산업안전문화진흥원 장 희

○ 개정사유 : 유사 주제인 '정비보수작업' 관련 규정 통폐합

○ 주요 개정내용

- 정비보수작업계획서 작성에 관한 기술지침(P-154-2016). 화학공장의 정비 보수에 관한 안전관리 지침(O-4-2011), 화학플랜트 개보수공사 안전보건작업 기술지침(C-109-2017)의 내용을 포함하여 통합
- 중복된 내용은 통합하여 작성하고, 화학설비의 정비 및 보수작업의 내용이 전반적으로 포함되도록 작성

□ 재공표 : 2025. 3. 26.

○ 기술지원규정 영문 명칭 복원(KSH-GUIDANCE→KOSHA GUIDE)으로 재공표

KOSHA GUIDE
기술지원규정

·규정번호 : C-C-2-2025
·심　　의 : 산업안전보건표준제정위원회
·공 표 일 : 2025. 3. 26.