



화학설비 정비보수작업

안전보건관리 매뉴얼

이재열 종방실 공정안전팀장

Chemical Facilities Maintenance
Repair Safety and Health Management Manual



chapter 01

화학설비 정비보수작업 이해

- 화학설비의 종류
- 화학설비 정비보수작업 종류 및 특징
- 정비보수 작업 관련 용어 정의

1. 화학설비의 종류

1. 화학설비

- 화학설비란 화합물을 물리적 또는 화학적으로 처리하거나 반응시키는데 사용되는 설비로 혼합, 분리, 저장, 계량, 열교환, 성형, 가공, 분체취급, 압축, 이송 등에 필요한 장치, 기계, 기구 및 이에 부속하는 장치를 말함

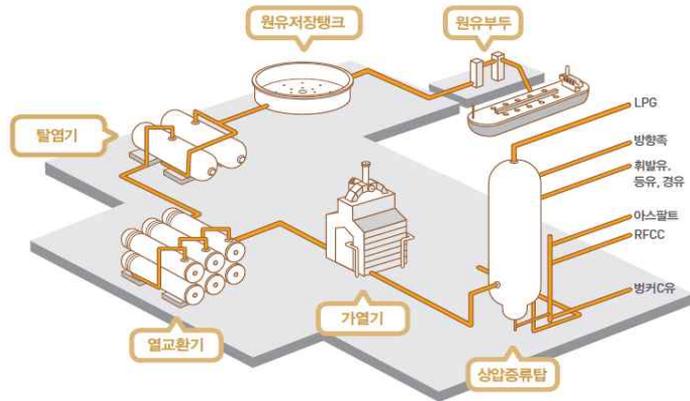
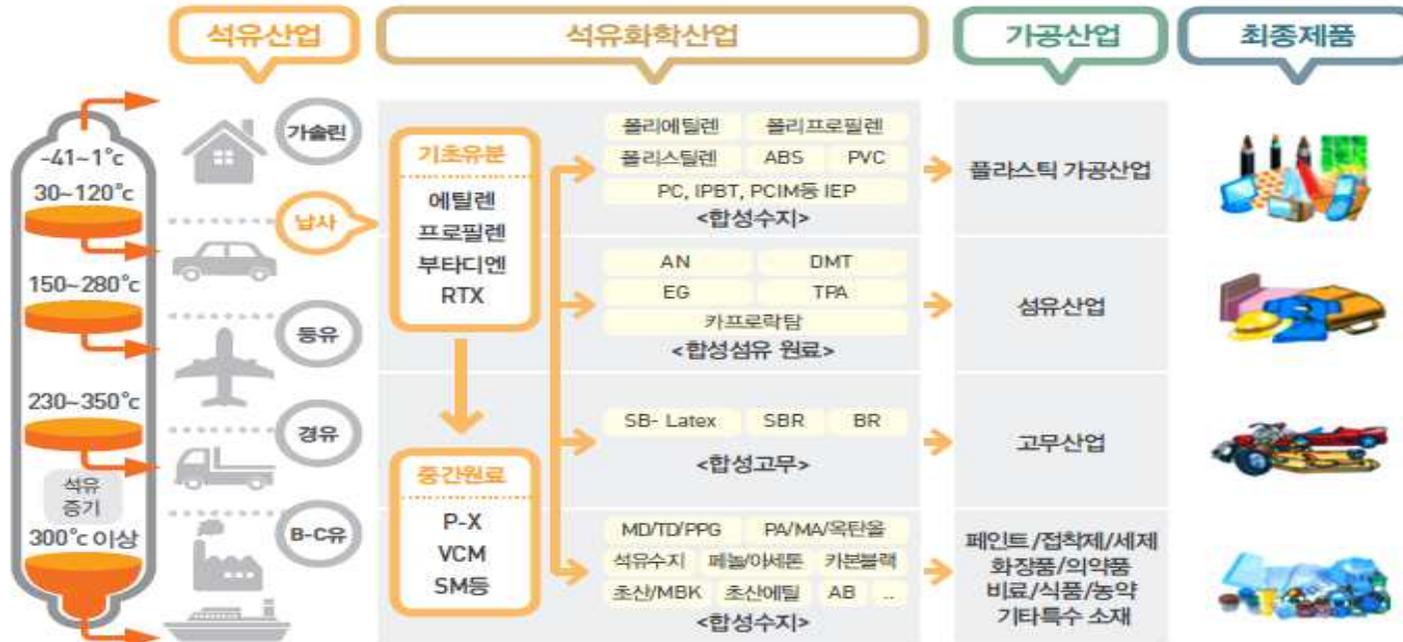
2. 특수화학설비

- 산업안전보건기준에 관한 규칙 제273조의 별표7에 따른 위험물질을 기준량 이상으로 취급하는 다음 각 호의 설비를 특수화학설비로 규정

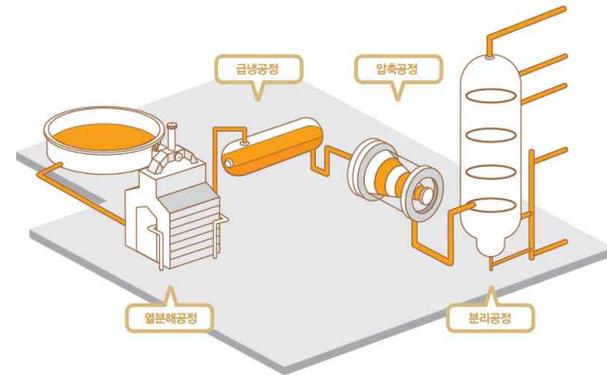
- 발열반응이 일어나는 반응장치
- 가열로 또는 가열기
- 증류, 정류, 증발, 추출 등 분리를 하는 장치
- 반응폭주 등 이상 화학반응에 의해 위험물질이 발생할 우려가 있는 설비
- 온도가 350° 이상이거나 게이지 압력이 980kPa(킬로파스칼) 이상인 상태에서 운전되는 설비
- 가열시켜주는 물질의 온도가 가열되는 위험물질의 분해온도 또는 발화점보다 높은 상태에서 운전되는 설비

1. 화학설비의 종류

3. 석유화학공업



[정유과정]



[NCC 공정]

2. 정비보수작업 종류 및 특징

1. 정기보수 작업 (Turn Around)

- 주로 4~6년 단위로 단위공장의 가동을 중단하고 정비하는 작업
- 대정비, TA 및 Overhaul 등으로 불림
- 단시간에 동시다발적인 여러 작업이 진행되고 다수의 외부 근로자가 참여하여 대형 사고의 위험이 큼

2. 일반 정비보수 작업

- 특정 공정 및 설비를 정비보수하기 위하여 내용물을 비우고 정비하는 작업
- 개조, 보수 및 정비 등으로 불림
- 인접 공정이 운전중인 경우가 많아 위험물의 누출에 의한 화재, 폭발 및 누출 위험

3. 긴급 정비보수 작업

- 공정 및 설비의 갑작스러운 문제발생으로 긴급하게 정비/보수하는 작업
- 짧은 시간에 해당 설비 등을 정비해야 하므로 작업 전 유해/위험요인을 충분히 고려하지 않은 상태로 작업을 수행할 경우 대형사고 발생 가능

3. 정비보수 작업 관련 주요용어 정의

1. 도급업체

- 사업목적 달성을 위한 본질적인 업무로서 생산공정의 일부 또는 전부를 도급계약 및 발주 등 수급업체에게 주요업무의 수행과정을 분리하여 수행하도록 한 업체를 말함

2. 수급업체

- 도급업체의 사업장 내 또는 사업장 내 또는 사업장외에서 도급업체의 사업목적 달성을 위한 본질적 업무로서 생산공정의 일부 또는 전부를 수행하는 업체를 말하며, 하도급 및 협력업체를 포함

3. 밀폐공간

- 산소결핍, 유해가스로 발생하는 화재와 폭발 등의 위험이 있는 장소

4. 안전작업허가

- 설비 등의 점검, 정비 및 교체, 배관연결, 전기/계장작업 등을 수행할 때 해당 작업의 위험요인 및 안전조치 사항을 사전에 점검하고 안전한 상태에서 작업을 실시하도록 하기 위한 제도

chapter 02

정비보수작업 준비

- 작업계획서 수립
- 안전보건관리 계획 작성
- 근로자 건강진단 및 안전보건교육 실시
- 화학설비 운전 정지

1. 작업계획서 수립

1. 정기보수 대상 설비 결정

- 정비보수작업 기간에 정비보수작업을 해야 할 대상 설비를 선정
(전년도 정비 내용 및 육안검사 결과 참고)
- 정비가 필요한 설비를 우선 취합하여 정비의 우선순위를 매겨 정비 대상 설비를 확정
(각 부서로 부터의 정비 요구사항 및 운전 중 사고설비 리스트 우선반영)

2. 작업 수행주체 결정

- 외부 전문업체에 도급을 줄 것인지, 사업장 자체적으로 수행할 것인지 결정
- 도급을 줄 경우, 선정평가항목에 따라 평가하여 충분한 전문성을 갖춘 업체 선정
- 특히, 산업재해 발생 현황 등을 확인하여 안전관리 능력을 갖춘 업체를 선정

3. 작업 일정 조율

- 동시에 진행되는 작업이 최소화되고 야간작업 등 무리한 작업이 이뤄져 지지 않도록 작업일정 조율
- 도급을 줄 경우는 협력업체에 대한 관리감독의 능력을 고려하여 작업일정 결정

2. 안전보건관리 계획서 작성

안전보건관리 계획서 내용

- 정비보수 일정 및 작업인원
- 정비보수 항목별 일정 및 작업내용
- 정비보수 안전보건활동 계획
- 안전장비 사전 점검계획
- 사원, 관리감독자 교육계획
- 협력회사 교육 및 협의체 운영계획
- 안전작업 허가서 발행 및 관리계획
- 비상 안전관리 조직 운영
- 비상대응체계
- 안전보건관리비 사용계획
- 개인보호구 지급계획

정비보수 항목별
일정 및 작업 예시

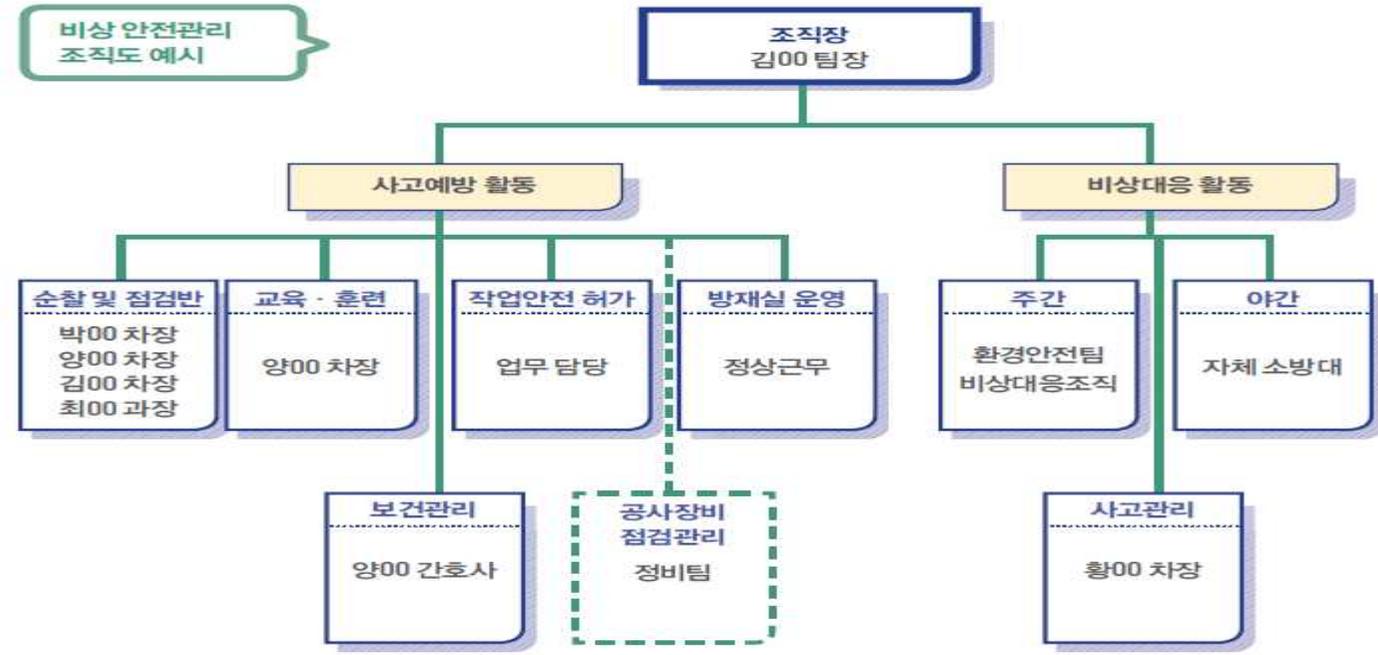


2. 안전보건관리 계획서 작성

안전장비 사전 점검계획 예시

주요 항목	점검 일시	점검 결과	담당자	비고
1. 정비보수 시 필요한 재료 현장방치 상태				
2. 세안세척 설비 및 소방시설 유지 상태				
3. 공장 조명 및 비상전원				
4. 공정 내 배수 상태				
5. 가스 및 산소측정기 검·교정 완료 여부				
6. 정비보수용 안전보호구, 공기 가용 상태 (방독 및 방진 마스크, 방열복 등)				
7. 방폭 랜턴 준비 여부				
8. 구멍줄 및 공기호흡기 준비				

비상 안전관리 조직도 예시



2. 안전보건관리 계획서 작성

비상대응체계 예시

* 출동시 방재실무전기 휴대

	초기	확산	종료
의료후송 팀 이00(정) / 전00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 구급차 출동 환자분류, 의료 및 후송계획 수립 사상자 현황 구호의료활동 상황 파악 응급처치자 상비물자 확보 및 지원 	<ul style="list-style-type: none"> 진료실 설치 응급치료 및 후송 사상자 후송현황파악 및 상태파악 사상자에 대한 인적사항 확인 통보 의료지원 	<ul style="list-style-type: none"> 최종사상자 현황 및 상태파악 보고 사상자 후송 병원 대기 상황파악 응급처치 지원자물자 지급분 회수 및 점검
등제 팀 정00(정) / 방00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 방재실 대기 소방구급차 출동확인 / 정문통제 연락 상황전파 / 경보발령 / 대피발령 관청 연락, 방문시 정문안내, 상황일지 작성 	<ul style="list-style-type: none"> 비상조치위원회 소집 및 간사 수행 비상통제책임장 명장황 보좌 대외 조사자 대응: 박 00차장 	<ul style="list-style-type: none"> 수습상황보고 - 피해복구 상황파악 - 사고조사팀 간사수행 - 대외기관 대응 및 방문자 시간별 기록
현장통제 팀 생산2팀장(정) / 정00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 현장 주위 인원 산회 경계구역표시(방근금지) 사고현장 출동, 인근 작업자 대피 통제 	<ul style="list-style-type: none"> 현장지휘 및 통제 생산팀 현장지휘자(생산팀장) 지원 대외 발표문 조정 	<ul style="list-style-type: none"> 사고조사 위한 사고현장 보존 지시 - 대외기관 대응 및 방문자 시간별 기록
관청 대응 팀 안전담당자, 환경담당자	<ul style="list-style-type: none"> 인근사 정보공유(내외의뢰 공유) 중요사고내용 유관관청 사전유선연락 	<ul style="list-style-type: none"> 관청방문자 대응 현장방문 동행, 대외조사자 대응 	<ul style="list-style-type: none"> 최종 피해상황 유관관청 공유
초동 사고 조사 팀 안전팀장(정) / 황00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 초동조사 	<ul style="list-style-type: none"> 대외용 간략사고보고서 신속작성 (사고현명 명내 공유, 대외발표항구) 	<ul style="list-style-type: none"> 2차확산 안전사고 방지위한 조치점검 - 사고조사팀 참여활동
환경지원 팀 이00(정) / 전00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 장비차 지원 / 오염범위 파악 인근사 및 대외 정보공유 	<ul style="list-style-type: none"> 오염원 제거팀(생산) 현장지휘 지원 	<ul style="list-style-type: none"> 수습상황 정보수립 - 피해복구상태
사고조사 팀 안전팀장(정) / 전00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 언론, 대외 기관 발표문 작성 준비 사고조사팀 규송 및 초기사고조사 	<ul style="list-style-type: none"> 대외 발표문 사내 공유 및 유관관청송부 	<ul style="list-style-type: none"> 사고조사팀 활동 - 사고조사위원회 구성 및 정밀 사고 조사 수습상황정보수집 - 피해복구상태, 대외기관 현황
대외 상황실 본부 최00(정) / 방00(부)	<ul style="list-style-type: none"> 사무동 2층 (case별 각팀 별 회의실) 본관 2층 회의실 	<ul style="list-style-type: none"> 유관관청 긴급 연락처 00소방서 : 119 00시청 재난상황실 : 890-2156, 2182 가스안전공단 00지사 : 882-0019 한국산업안전보건공단 : 689-4900 고용부 00차청 : 850-0109 중방센터 : 881-7250 00강 환경청 : 805-5114 00도청 : 849-4311 	<ul style="list-style-type: none"> TRS 무전기 사용 (연원통화 #.6, 4행)내 2팀장 (내측 987) 안전팀장 (내측 988) 환경팀장 (내측 989) 방재실 (내측 990) 1공장 (내측 991) 2공1장 (내측 992)
지역별 00화학 자체 상황실	<ul style="list-style-type: none"> 생산1팀 회의실 생산2팀 회의실 생산3팀 회의실 공무팀 회의실 		

3. 근로자 건강진단 및 안전보건교육 실시

1. 근로자 건강진단

- 일반건강진단(산업안전보건법 제43조)
- 특수건강진단(산업안전보건법 제43조)

2. 근로자 안전보건교육

- 근로자 안전보건교육(산업안전보건법 제31조)
- 건설업 근로자 안전보건교육(산업안전보건법 제31조2)
- 물질안전보건자료 교육(산업안전보건법 제41조)

특별안전보건교육
대상 작업별
교육시간 및 내용

작업명	교육내용	교육시간
화학설비의 탱크 내 작업	- 차단장치, 정지장치 및 밸브 개폐장치의 점검에 관한 사항 - 탱크 내의 산소농도 측정 및 작업환경에 관한 사항 - 안전보호구 및 이상 발생 시 응급조치에 관한 사항 - 작업절차, 방법, 유해·위험에 관한 사항 - 그 밖에 안전보건관리에 필요한 사항	2시간

건설업기초교육
교육시간 및 내용

구분	교육내용	교육시간
공통	- 산업안전보건법 주요 내용 (건설 일용근로자 관련 부분) - 안전의식 제고에 관한 사항	4시간
교육 대상별	- 작업별 위험요인과 안전작업 방법 (재해 사례 및 예방대책) - 건설 직종별 건강장해 위험요인과 건강관리	

* 교육 대상별 교육시간 중 1시간 이상은 시청각 또는 체험 + 가상실습 포함

4. 화학설비 운전정지

1. 운전정지 및 중단상태의 확인

- 원료의 공급중단은 정해진 순서에 따라 수행
- 화학설비에 연결된 배관 등은 완전분리

2. 내용물 배출

- 잔여 화학물질을 가능한 한 최소한의 액위까지 배출
- 인화성물질을 저장했던 용기는 물, 증기, 불활성가스 등으로 세정
- 비전도성 액체를 용기에서 배출시킬 때는 정전기 방지대책 고려

3. 청소 준비

- 작업자는 용기 내부 청소 중 안전대책, 화재 및 건강상 위험요인 숙지
- 화학설비 내부환기 및 청소작업 시, 점화원이 존재할 가능성이 높은 장소로는 유증기 배출 금지

5. 안전작업 허가서 작성 및 승인

1. 안전작업 허가서 작성

- 안전작업 허가서 발급자는 안전작업에 필요한 조치사항 확인
- 작업자는 작업허가서의 작업 내용대로 작업조건이 안전하다는 것을 확인
- 작업허가 시간은 정상근무시간을 초과하지 않도록 하고 필요시 재발급
- 작업이 연장될 경우에는 안전하다는 판단에 따라 작업시간을 연장
- 작업허가서 1부는 작업현장에 게시, 다른 1부는 발급자가 보관

안전작업 허가 종류

- 화기작업 허가
- 밀폐공간작업 허가
- 정전작업 허가
- 방사선 사용작업 허가
- 굴착작업 허가
- 고소 및 중장비작업 허가 등

2. 안전작업 허가서 승인 및 확인

- 승인은 운전부서의 책임자 단독 또는 안전관리부서의 책임자와 공동으로 승인
- 고 위험작업일 경우, 운전부서 또는 안전관리부서 입회 하에 안전사항 조치
- 작업부서 책임자는 작업허가상의 안전조치를 확인하고 안전하게 작업 수행

5. 안전작업 허가서 작성 및 승인

3. 안전작업 전 점검사항

- 작업허가서에 서명하기 전에 다음 사항들을 점검

- 수행작업이 밀폐(제한)공간에서 이뤄지는지의 여부
- 수행작업에 안전상 전기 차단이 필요한지의 여부
- 수행작업이 굴착작업과 병행하여 수행되는지의 여부
- 정비, 점검 또는 검사 시 방사선 사용에 의한 작업이 수행되는지의 여부
- 위험지역에서 작업하는 대신 안전한 장소에서 작업할 수 있는지의 여부
- 인화성 물질 또는 독성물질 발생 가능성 및 처리방법
- 잠긴 밸브나 막힌 배관 사이에서 액체의 열팽창 가능성
- 설비 또는 기기의 내부구조(내부 포켓 또는 드레인 등)상 유해·위험물질이 잔류할 가능성 및 환기장치 설치 필요성 여부
- 초기 소화장비의 배치계획
- 출입제한구역 계획 및 작업 중 현장 입회자를 두어야 할지의 여부
- 보호구의 비치 여부
- 작업 수행 전 정비작업원에 대한 공정 및 안전교육 실시 여부

chapter 03

화학설비 위험요인 제거

- 화학설비의 격리 및 개방
- 화학설비의 세척 및 치환
- 화학설비 환기
- 석면조사

1. 화학설비의 격리 및 개방

1. 밸브 등의 잠금

- 화학설비로 연결된 배관의 밸브류 등을 잠금
- 밸브를 잠근 후, 열쇠(key)는 화학설비 내부로 들어가는 작업자가 보관
- 작업 종료 후에 열쇠를 여는 권한도 동일한 작업자에게 부여

2. 맹판 설치

- 배관으로 부터 가장 가까운 지점에 맹판을 설치
- 용기 내부에서 움직이는 기계 및 장치류는 작업 중 불시에 기동될 수 없도록 전기적, 기계적으로 분리
- 설치위치를 표시하는 맹판 리스트를 작성한 후 맹판을 설치하고 꼬리표 부착

3. 꼬리표 부착

- 작업자는 꼬리표에 장치 또는 설비명, 내용, 부착일자, 시간, 성명, 직책, 부서 명을 명확히 기재하고 서명한 후 부착

4. 개방

- 화학설비는 개방과 동시에 맨홀 등의 출입구에 출입불가 등의 표지판을 부착

2. 화학설비의 세척 및 치환

1. 물 세척

- 설비 내 화학물질이 수용성이면 물을 설비 내에 주입하고 배수시켜 세척
- 증기 배출구를 만들어 설비 내에 증기공간이 생기지 않도록 조치

2. 스팀 세척

- 스팀이 응축되지 않도록 스팀온도를 일정온도 이상으로 유지((예) 77 °C)
- 스팀호스는 도전성 재질의 호스를 사용하고 설비와는 본딩 실시
- 세척 후 설비 내부로 작업자가 들어 갈 수 있도록 탱크 내부 온도 낮춤 (공기 치환 등)

3. 화학 세척

- 세척용 화학물질의 제조업장의 주의사항 준수(보호구 및 보안경 착용 등)

4. 불활성 가스에 의한 치환

- 대량의 가스를 방출할 때에는 배관을 통해 안전한 장소로 배출
- 벤트 및 드레인을 실시할 경우는 조금씩 천천히 Open

3. 화학설비 환기

1. 환기 안전수칙

- 작업자의 산소결핍 이나 황화수소 중독을 예방하기 위해 설비내부를 환기
- 내부 산소 및 가스 농도를 측정하여 산소 농도가 18%이상, 황화수소 농도 10 ppm 이하, 탄산가스 농도 1.5% 미만, 일산화탄소 25 ppm 미만 유지
- 작업자가 한 사람이라도 위험장소에 잔류하는 경우는 환기를 계속 실시
- 용기 내부에 인화성 가스 또는 증기가 존재할 때는 방폭구조의 환기장치 사용
- 모퉁이나 구석진 곳 등에도 환기가 이루어 지도록 주의
- 작업자의 작업위치는 가능한 한 신선한 공기가 유입되는 부근으로 정함

2. 자연환기

- 자연 환기 시에는 하부 맨홀과 상부 맨홀을 모두 열어 환기가 잘 되도록 조치

3. 기계적 환기

- 환기와 배기가 중단되지 않고 작업환경 내부가 균일하게 환기되도록 조치
- 필요한 동력원을 확보하여 작업 중에 환기설비의 운전이 중단되지 않도록 고려

3. 화학설비 환기

4. 가스 및 산소농도 측정

- 측정순서는 산소농도, 인화성 가스 및 증기/유독 가스 순으로 수행
- 측정 결과는 작업 허가서에 기록
- 용기 내부의 수직 방향 및 수평방향으로 각각 3곳 이상 측정. 단, 비교적 넓은 장소는 수직, 수평방향 간격이 약 5m가 되도록 측정점을 늘려 측정
- 측정자는 측정방법에 대해서 충분히 숙지하고 측정장비는 사용 전에 필히 시험
- 떨어질 염려가 있는 곳에서는 구명밧줄을 이용하여 안전을 확인
- 깊은 곳의 측정 시에는 공기호흡기, 산소호흡기 또는 송기마스크를 활용
- 냄새가 지독하거나, 호흡이 힘들거나 불쾌한 징후를 감지할 경우에는 즉시 작업을 중지하고 작업자를 밖으로 나오도록 한 후 다시 내부 점검 실시



4. 석면조사

1. 석면조사

- 화학설비의 보온재, 단열재, 개스킷 등에 석면이 함유되어 있을 경우 이러한 설비를 해체하거나 제거하기 전에 석면조사를 실시



chapter

04

주요 고위험 정비보수 작업 안전보건관리

- 화기작업
- 밀폐^{제한}공간작업
- 정전작업
- 방사선 사용작업
- 굴착 · 고소 · 중장비작업
- 기타 작업

1. 화기작업

1. 화기작업 안전조치

- 화염 또는 스파크 영향이 있다고 판단되는 지역은 작업구역으로 표시하고 통행을 제한
- 배관 및 설비내의 인화성 물질을 완전히 비우고 세정한 후에 작업을 수행
- 작업을 실시하기 전, 인화성 가스의 농도를 측정하여 작업허가서에 기록
- 밸브 차단 및 맹판을 설치할 때에는 밸브에 밸브 잠금표지 및 맹판설치 표지를 부착
- 용접불티 등이 인화성 물질에 번져 화재가 발생하지 않도록 용접불티 비산 방지 덮개 또는 용접 방화포 등 비산방지 조치 실시
- 관리감독자 등은 화기 작업을 시작하기 전과 작업 도중 현장에 임회하여 안전상태를 확인하고, 작업 중 수시로 가스 농도를 측정
- 화기작업 전 이동식 소화기 등을 비치 필요시, 소방차 대기



1. 화기작업

2. 화기작업 허가서

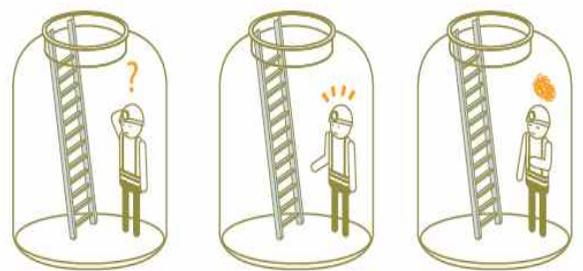
화기작업 허가서													
허가번호 :													
허가일자 :													
신청인 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)													
작업허가기간 _____ 년 _____ 월 _____ 일 _____ 시 부터 _____ 시까지													
작업장소 및 설비(기기)			작업 개요			보충적인 허가 필요여부							
정비작업 신청번호 :						밀폐공간출입	<input type="checkbox"/>	고소작업	<input type="checkbox"/>				
작업지역 :						정전작업	<input type="checkbox"/>	증장비작업	<input type="checkbox"/>				
장치번호 :						굴착작업	<input type="checkbox"/>	기타허가	<input type="checkbox"/>				
장 치 명 :						방사선사용작업	<input type="checkbox"/>						
안전조치 요구사항 * 필요한 부분에 [☑] 표시, 확인은 [☑] 표시													
<ul style="list-style-type: none"> • 작업구역 설정(출입경고 표지) • 가스농도 측정 • 밸브차단 및 차단표지부착 • 맹판설치 및 표지부착 • 용기개방 및 압력방출 • 위험물질방출 및 처리 • 용기내부 세정 및 처리 • 불활성가스 치환 및 환기 • 용접 방화포 설치 			<input type="checkbox"/>			<ul style="list-style-type: none"> • 비산불티차단막 설치 • 정전/잠금/표지부착 • 환기장비 • 조명장비 • 소화기 • 안전장구 • 안전교육 • 운전요원의 입회 			<input type="checkbox"/>				
기타특별 요구사항			첨부 서류			<ul style="list-style-type: none"> • 차단밸브 및 맹판설치 위치표시 도면 • 소화기 목록 • 소요안전장구 목록 • 특수작업절차서 • 보충작업허가서 				<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>			
가스점검	가스명	결과	점검시간	가스명	결과	점검시간	점검기기명		서명				
							점검자	확인자 (입회자)		서명			
안전조치 확인	정비부서 책임자 : _____ (서명) 입회자 : _____ (서명)			작업완료 확인									
발급자	부서 _____	직책 _____	성명 _____ (서명)	관련부서			부서 _____	직책 _____	성명 _____ (서명)				
승인자	부서 _____	직책 _____	성명 _____ (서명)	협조자			부서 _____	직책 _____	성명 _____ (서명)				

2. 밀폐(제한)공간 작업

1. 밀폐(제한)공간 보건작업 프로그램

- 다음 각호의 내용이 포함된 밀폐공간 보건작업 프로그램을 수립 및 시행
 - 작업시작 전 적절한 공기 상태확인을 위한 측정 및 평가
 - 응급조치 등 안전보건교육 및 훈련
 - 송기 마스크 등의 착용 및 관리

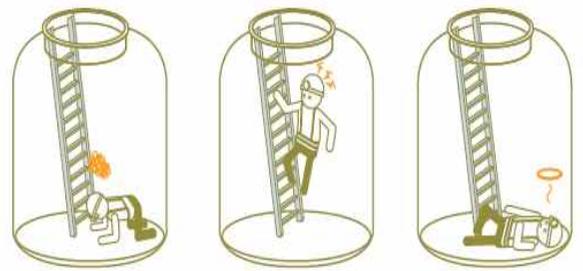
밀폐공간의 특성



산소농도 18%
안전한계이나 연속작업이 필요

산소농도 16%
호흡, 맥박의 증가, 두통, 메스꺼움, 토할것 같음

산소농도 12%
어지럼증, 토할것 같음, 체중 지지 불능으로 추락



산소농도 10%
안전장벽, 의식불명, 구토

산소농도 8%
실신혼절, 7-8분 이내에 사망

산소농도 6%
순간에 혼절, 호흡정지, 경련, 6분이상이면 사망



밀폐공간 작업



2. 밀폐(제한)공간 작업

2. 밀폐(제한)공간 작업 안전조치

- 송기마스크 및 구명밧줄을 비상시에 대비하여 작업공간 주변에 비치
- 세척작업 시 질소 또는 수증기를 사용한 경우에는 반드시 공기 또는 물로 치환
- 화학설비 내부를 세척한 후에는 설비 내에 인화성 물질 및 독성물질 등의 가스농도를 측정하고 작업허가서에 기록
- 산소농도를 측정하고 산소농도가 18% 이상 23.5%미만일 때 용기내의 출입을 허가
- 체류가스와 산소 농도의 측정은 일정 시간을 두고 주기적으로 실시
- 밀폐공간 내에서의 작업자와 외부 감시인 사이에 상시 연락을 취할 수 있는 설비를 설치



3. 정전 작업

1. 정전작업 안전조치

- 차단해야 할 기기의 현장 스위치는 현장 운전원이 직접 차단
- 현장 스위치를 제외한 주차단 스위치, 기기 차단기, 시험전원 등은 사업장 전기 담당자가 직접 차단
- 전기 담당장의 주차단기의 조작과 운전원의 현장 스위치의 차단은 상호연락 후 수행
- 전원이 완전히 차단되었음을 확인 후에는 잠금장치와 고리표 부착
- 스위치 잠금장치 열쇠는 작업자 또는 전기담당자가 보관하고 고리표에는 작업명, 작업 시간, 작업자, 연락처 등을 기재
- 작업이 완료가 되면 작업자의 확인에 의하여 작업이 완료되었음을 전기 담당자에게 알리고 역순으로 통전
- 잠금장치와 고리표는 설치한 근로자가 직접 철거



3. 정전작업

2. 정전작업 허가서

정전작업 허가서			
허가번호: _____			
허가일자: _____			
신청인 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)			
작업허가기간 _____ 년 월 일 시부터 _____ 시까지			
	제어실 차단기번호	관련 작업허가	
		화기작업 허가 <input type="checkbox"/> 일반위험작업 허가 <input type="checkbox"/>	
안전조치 요구사항 * 필요한 부분에 <input checked="" type="checkbox"/> 표시, 확인은 <input checked="" type="checkbox"/> 표시			
제어반	<ul style="list-style-type: none"> • 주 차단 스위치 내림 <input type="checkbox"/> • 제어차단기 내림 <input type="checkbox"/> • 잠금장치 <input type="checkbox"/> • 시험전원 차단 <input type="checkbox"/> • 차단표지판 부착 <input type="checkbox"/> 	현장기기	<ul style="list-style-type: none"> • 현장스위치 내림 <input type="checkbox"/> • 차단표지판 부착 <input type="checkbox"/>
기타특별 요구사항	1. 잠금장치의 열쇠보관 및 담당자 관리 철저	첨부 서류	<ul style="list-style-type: none"> • 차단밸브 및 맹판설치 위치표시 도면 <input type="checkbox"/> • 소화기 목록 <input type="checkbox"/> • 소요안전장구 목록 <input type="checkbox"/> • 특수작업절차서 <input type="checkbox"/>
전원복구 : 모든 작업이 완료된 후 운전부서의 임회자의 요청에 의해서만 전원을 복구하여야 한다.		전원복구 요청자 : _____ 전원복구 시간 : _____	
발급자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	관련부서	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	
승인자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	협조자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	

4. 방사선 사용 작업

1. 방사선 사용작업 안전조치

- 방사선원은 반드시 사용시설 또는 방사선관리구역 안에서 사용해야 함
- 방사선 작업 전에 반드시 작업현장을 확인하고 방사선작업 종사자에 대한 교육 실시
- 피폭선량계와 알람모니터를 착용, 연간 방사선 피폭선량 한도를 초과하지 않도록 주의
- 사용시설 또는 방사선 관리구역 주변에 방사선 표지 및 주의사항을 부착
- 방사선작업의 작업 대기 및 휴식 중에는 항상 감시인을 배치하여 감시
- 방사선작업을 종료하는 경우에는 감마선조사기의 방사성동위원소 정상 상태 확인, 피폭선량계 확인, 기타 안전장구 등에 대하여 안전 상태를 점검
- 유효 선량한도를 초과할 가능성이 있는 작업자에 대해 작업 전환이나 작업시간 단축 등 방사선 피폭을 최소화하기 위한 조치 실시



4. 방사선 사용 작업

2. 방사선 사용작업 허가서

방사선 사용작업 허가서			
허가번호 : _____ 허가일자 : _____ 신청인 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명) 작업허가기간 _____ 년 _____ 월 _____ 일 _____ 시부터 _____ 시까지			
방사선사용작업 신청번호 : _____ 작업지역 : _____ 작업장소 : _____	제어실 차단기 번호 _____	관련 작업허가 화기작업 허가 <input type="checkbox"/> 일반위험작업 허가 <input type="checkbox"/>	
안전조치 요구사항 *필요한 부분에 <input checked="" type="checkbox"/> 표시, 확인은 <input checked="" type="checkbox"/> 표시			
<ul style="list-style-type: none"> • 작업구역에 차단선 설치 <input type="checkbox"/> • 제한구역의 비인가자 출입제한 <input type="checkbox"/> • 방사능 위험표지 <input type="checkbox"/> • 경고 등(전멸등) <input type="checkbox"/> 	<div style="border-left: 1px dashed black; padding-left: 10px;"> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> </div>		
기타특별 요구사항	• 자격증 소지 여부	첨부 서류	• 방사능 방사점도면
안전조치 확인	정비부서 책임자 : _____ (서명) 입회자 : _____ (서명)	작업완료 확인	
발급자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	관련부서	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)
승인자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	협조자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)

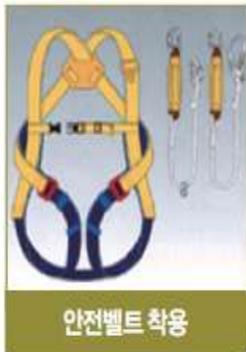
5. 굴착·고소·중장비 작업

1. 굴착·고소작업 안전조치

- 굴착지점 외 지하에 배관, 전력선, 계장선, 전화선 또는 접지선이 있을 때에는 수동굴착으로 작업



- 주락의 위험이 있는 장소에는 비계 및 발판을 견고하게 설치
- 작업자는 안전대를 착용하며, 일정간격의 안전대 부착설비에 안전대를 부착한 후 작업



안전벨트 착용

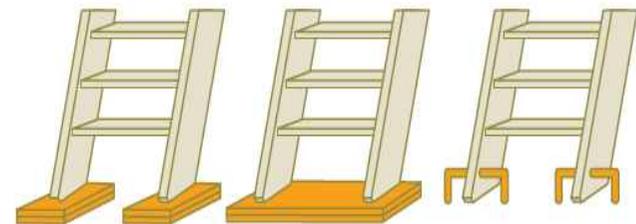


맞음 방지망 설치



비계·발판 설치

사다리 넘어짐 방지장치



pivot 고정된 미끄럼방지용 팬

미끄럼방지용 판자

미끄럼방지용 고정식

5. 굴착·고소·중장비 작업

2. 중장비 작업 안전조치

- 중장비 작업계획과 내용은 장비 투입 전 작업 주관부서 및 관련 부서와 충분한 상의
- 자격을 갖춘 지정된 운전자가 운전하며 작업 전반을 관리할 수 있는 감독자 배치
- 중장비작업을 실시하는 구역에 경계표시 설치
- 시야 간섭이 예상되는 지역에서는 통신장비를 휴대한 지정된 신호수를 배치
- 연약지반이나 협소공간에서의 작업은 금하고 중량물의 이동은 허용하중 및 붐의 안전 각도를 유지하고 적정 와이어로프 사용
- 차량 운반구를 차에 싣거나 내릴 때 운전자의 탑승을 금지

안전대책

경계표시 설치



5. 굴착·고소·중장비 작업

3. 굴착 및 고소작업 허가서

굴착작업 허가서

허가번호: _____
 허가일자: _____
 신청인 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)
 작업허가기간 _____년 _____월 _____일 _____시부터 _____시까지

	제어실 차단기 번호	관련 작업허가
굴착작업 신청번호: 작업지역: 작업장소:		화기작업 허가 <input type="checkbox"/> 일반위험작업 허가 <input type="checkbox"/>

굴착도
스케치

관련설비별 확인사항 *필요한 부분에 [] 표시, 확인은 [x] 표시			
1. 기계배관 관련 확인사항 : 지하배관 유무	<input type="checkbox"/>		성명 _____
2. 소방관련 확인사항 : 소방배관, 배출구 유무	<input type="checkbox"/>		성명 _____
3. 전기관련 확인사항 : 전기동력선 유무	<input type="checkbox"/>	확인자	성명 _____
4. 계장관련 확인사항 : 제어용 케이블 유무	<input type="checkbox"/>		성명 _____
5. 기타관련 확인사항 : 전화선, 접지선 유무	<input type="checkbox"/>		성명 _____

기타특별 요구사항		*작업완료 확인 <input type="checkbox"/> *원료시간: *확인자: *작업자:
--------------	--	---

발급자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	관련부서 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)
승인자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	협조자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)

고소작업 허가서

허가번호: _____
 허가일자: _____
 신청인 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)
 작업허가기간 _____년 _____월 _____일 _____시부터 _____시까지

	제어실 차단기 번호	관련 작업허가
고소작업 신청번호: 작업지역: 작업장소:		화기작업 허가 <input type="checkbox"/> 일반위험작업 허가 <input type="checkbox"/>

안전조치 요구사항 *필요한 부분에 [] 표시, 확인은 [x] 표시			
1. 작업에 적합한 작업발판 및 안전난간설치 여부	<input type="checkbox"/>		
2. 안전대 착용 및 부착 여부	<input type="checkbox"/>	확인자	성명 _____ (서명)
3. 추락 방지용 방망 설치 여부	<input type="checkbox"/>		

기타특별 요구사항		*작업완료 확인 <input type="checkbox"/> *원료시간: *확인자: *작업자:
--------------	--	---

발급자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	관련부서 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)
승인자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	협조자 부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)

5. 굴착·고소·중장비 작업

4. 중장비 작업 허가서

중장비작업 허가서			
허가번호 :			
허가일자 :			
신청인	부서 _____	직책 _____	성명 _____ (서명)
작업허가기간	_____년 _____월 _____일 _____시부터 _____시까지		
	작업 내용	관련 작업허가	
중장비작업 신청번호 :		화기작업 허가	<input type="checkbox"/>
작업지역 :		일반위험작업 허가	<input type="checkbox"/>
작업장소 :			
안전조치요구사항 * 필요한 부분에 <input type="checkbox"/> 표시, 확인은 <input checked="" type="checkbox"/> 표시			
<ul style="list-style-type: none"> • 기상상태 <input type="checkbox"/> • 신호수배치 <input type="checkbox"/> • 조명설비 <input type="checkbox"/> • 통행금지 표지판 부착 <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	<ul style="list-style-type: none"> • 전원설비 간섭여부 <input type="checkbox"/> • 매트 등 부속장구 <input type="checkbox"/> • 노면상태 <input type="checkbox"/> 	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>
기타특별 요구사항	<ul style="list-style-type: none"> • 자격증 소지 여부 	안전조치 확인자 _____ (서명) 장비관리 책임자 _____ (서명) 운전원 _____ (서명)	
감독 : 모든 작업은 장비투입부터 완료 후 철수할 때까지 요청부서와 지원부서의 현장책임자가 감독한다		요청부서 : _____	지원부서 : _____
발급자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	관련부서	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)
승인자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)	협조자	부서 _____ 직책 _____ 성명 _____ (서명)

6. 기타 작업

1. 작업용 전원의 설치

- 작업용 전원은 규정된 콘센트, 케이블 등을 사용하여 인출
- 전원 1차 측에는 과전류 겸용의 누전차단기 부착
- 용접기, 가반식의 전기드릴 등의 철제 외함은 접지 실시
- 습기 또는 물기가 있는 곳에서는 전기기기 사용 금지
- 작업장 바닥 또는 통로에는 전선 설치 금지



2. 폭발 위험지역내에서의 작업

- 설비가 운휴 중이라도 규정된 안전작업 허가 절차에 따라 작업
- 작업에 사용되는 전기기기, 케이블 콘센트 등은 방폭기구 사용
- 정전기의 대전 및 방전이 우려되는 곳은 설비의 접지 및 본딩을 실시하고 제전복 또는 면소재의 작업복 착용



chapter **05**

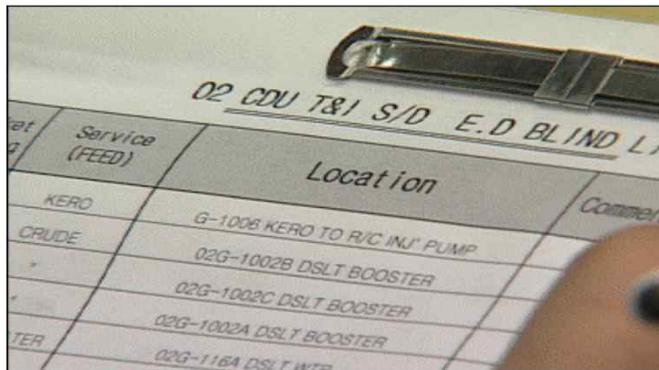
설비 재가동

- 확인 점검 및 격리의 해제
- 기기 조립 및 배관 연결
- 수압 및 기밀시험
- 작업장 정리정돈

1. 확인점검 및 격리의 해제

1. 맹판 등 제거 및 출입불가 표지판 부착

- 배관 등에 설치한 맹판을 제거하고자 할 때는 감독자의 허가 승인 후에 제거
- 설비의 출입구가 닫히기 전에 맹판을 제거할 경우는 설비내부의 작업자 여부 확인
- 작업 도구 등 불필요한 물건의 방치 여부를 확인 후 설비입구에 출입불가 표지판 부착



Service (FEED)	Location	Comments
KERO	G-1006 KERO TO R/C INJ PUMP	
CRUDE	02G-1002B DSLT BOOSTER	
	02G-1002C DSLT BOOSTER	
	02G-1002A DSLT BOOSTER	
TER	02G-116A DSLT WTB	



2. 기기의 조립 및 배관 연결

1. 기기의 조립 및 설치

- 기기의 설치공사는 시방서 혹은 도면에 규정된 대로 실시
- 설치 전에 기기의 기초, 구조물의 기준선 및 중심선의 마킹(Marking)을 확인
- 리프팅 러그가 없는 기기를 달아 올릴 경우, 기기의 중심 및 와이어로프가 닿는 위치의 기기 몸체 등의 강도를 충분히 검토

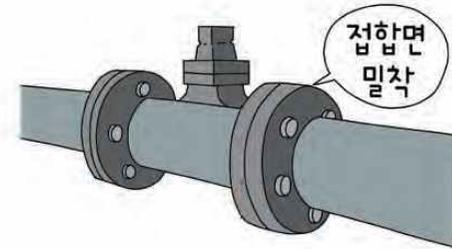
2. 배관 연결 조립

- 조립 전에 배관내의 스케일, 모래, 기름 등을 제거하고 파이프 양단은 캡을 씌움
- 산소를 공급하는 배관은 배관내부의 기름 성분으로 배관화재가 가능하므로 주의
- 플랜지 연결 시에는 중심선 또는 플랜지 면의 평행 상태를 확인하고 볼트를 접속
- 플랜지 볼트 조임 시는 토크렌치를 사용하여 볼트 체결력 유지
- 볼트의 조임 순서는 항상 각선 마주보는 방향의 순으로 실시
- 배관을 시공한 후 도면상 명시된 구배 및 길이가 맞는지 확인해야 하며, 고·저 지점에 벤트 및 드레인이 규정된 위치에 설치되었는지 확인

2. 기기의 조립 및 배관 연결

3. 개스킷 설치

- 사용조건에 적합한 재질을 선정
- 개스킷은 플랜지 면의 정확한 위치에 정착
- 운전하기 전에 반드시 재조임(핫볼팅)을 실시
- 위험물 취급 배관 플랜지에 한번 사용했던 개스킷은 가능한 재사용하지 않도록 주의



4. 펌프 연결배관

- 펌프 흡입관은 가능한 한 직선으로 짧게 유지(캐비테이션 방지)
- 펌프 내부로 이물질이 침입하는 것을 방지하기 위하여 펌프흡입관 가까이에 임시 스트레이너 설치
- 토출관에는 체크밸브를 설치하여 과도한 배압에서 펌프를 보호 및 역류에 의해 펌프가 역회전 되는 것을 방지
- 펌프 베어링부, 미캐니컬 실 및 피팅 등의 부속배관도 이물질이 들어가지 않도록 청소한 후 조립

3. 수압 및 기밀시험

1. 수압시험

- 강제 또는 비철금속의 압력용기는 최고 허용압력의 1.3배의 압력에 온도보정을 한 압력으로 수행
- 수압시험에 사용하는 물의 온도는 압력용기가 취성파괴를 일으킬 우려가 없는 온도에서 실시



$$P_a = P \times \frac{\sigma_n}{\sigma_a}$$

여기서 P_a : 온도 보정된 수압시험압력 (kgf/cm²)
 P : 온도 보정전의 수압시험압력 (kgf/cm²)
 σ_n : 수압시험을 할 때의 온도에 있어서의 재료의 허용인장응력 (kgf/mm²)
 σ_a : 설계온도에 있어서의 재료의 허용인장응력 (kgf/mm²)

2. 기압시험

- 시험압력의 50%까지 서서히 가압하여 각 부에 이상이 없음을 확인한 다음 10%씩 단계적으로 가압
- 기압시험은 최고 허용압력의 1.1배의 압력으로 수행

4. 작업장 정리정돈

1. 작업장 정리정돈

- 작업에 사용된 공구류, 핸드 램프 등은 정리하여 개수를 확인한 후 지정장소에 보관
- 작업 담당자는 최종 작업현장을 점검하고 작업일지에 작업내용 및 특이사항을 기록
- 용접작업 종료 시는 전원을 끄고 홀더는 사람이 왕래하지 않는 장소에 보관



5. 가동전 점검

1. 점검시기

- 가동 전 점검은 정비보수를 위한 기계, 전기, 배관 및 계장공사가 완료된 후로부터 재가동 전까지의 기간에 실시

2. 가동 전 점검시기 및 내용

- 정비보수된 설비가 제작기준대로 제작되었는지 확인
- 정비보수된 설비가 규정된 검사를 실시하여 합격되었는지 확인
- 정비보수된 설비의 안전장치와 자동제어기능을 다시한번 확인
- 위험성 평가보고서 중 개선권고사항이 이행되었는지를 확인
- 안전운전에 필요한 절차 및 자료가 확보되었는지 확인

3. 점검팀 구성

- 가동 전 점검을 위해 사전 교육과 훈련을 받은 다음 기술자들로 점검팀을 구성

- 팀 책임자
- 해당 공정 · 설비 설계 기술자
- 해당 공정 · 설비 운전 기술자
- 검사 및 정비 기술자
- 비상계획 및 안전 관리자

5. 가동전 점검

4. 점검표 작성

- 점검할 대상 설비에 대하여 점검항목, 점검사항 및 점검결과 기재란 등으로 구분하여 점검표 준비
- 점검표는 각 공정 또는 설비별로 설계도서, 설치시방서 및 안전운전절차서에 따라 안전 운전이 필요한 사항을 점검할 수 있도록 구체적으로 작성
- 점검표는 사업장 및 공정 특성에 맞도록 단위공정별로 작성

5. 점검보고서의 작성 및 점검 결과의 처리

- 점검팀은 작성된 점검표에 따라 점검을 수행하고, 가동전 안전점검 보고서를 작성
- 점검보고서 중 결함이 있거나 또는 개선대책이 필요한 사항에 대해서는 ‘개선항목 요구표(Punch list)’ 를 작성
- 개선항목 요구표에 포함된 사항은 시운전 전에 개선이 완료되도록 ‘개선항목 실행 계획서’ 를 작성하고 이를 이행
- 가동 전 안전점검보고서, 개선항목 요구표 및 개선항목 실행계획서는 최소 3년간 보관

정비보수 작업(요약)



Thank you!

