

화학공장 정비·보수작업 안전

1. 용어의 정의

- 가. 정비: 화학설비 및 그 부속설비에 대한 자체검사 또는 점검결과 발견된 결함 및 고장에 대하여 보수를 하거나 주기적으로 행하는 예방적 조치로서의 부품 교체 또는 수정작업 등 설비의 유지관리에 관한 모든 작업을 말한다.
- 나. 환기작업: 작업장 내의 공기가 사람의 호흡에 지장이 없도록 송풍기, 후드, 덕트 등을 사용하여 분진·유해가스 등 오염된 공기를 작업장 밖으로 내보내는 작업을 말한다.
- 다. 화기작업: 용접, 용단, 연마, 드릴 등 화염 또는 스파크를 발생시키는 작업 또는 가연성 물질의 점화원으로 제공할 수 있는 모든 기기를 사용하는 작업을 말한다.

2. 정비 계획

- 가. 정비계획의 준비: 정비부서에서는 정비 전에 다음 사항을 고려하여 정비계획을 준비한다.
- (1) 각 부서로부터의 정비 요구사항 취합
 - (2) 전년도 정비 내용
 - (3) 육안검사 결과
 - (4) 운전 중 사고 설비 리스트
- 나. 정비계획서의 작성: 정비작업 대상에 대하여 적절한 시기에 안전한 방법으로 정비를 수행하기 위한 정비계획서를 작성해야 하며, 그 내용에는 다음 사항이 포함된다.
- (1) 정비작업 요청 및 처리에 관한 절차
 - (2) 정비항목
 - (3) 정비분류 및 시기
 - (4) 정비작업 준비(유자격자, 기자재 및 공구)
 - (5) 시스템 상 타기기에 대한 조치 및 협조사항
- 다. 정비절차서의 작성: 정비계획서가 승인되면 정비작업 절차서를 작성하여야 하며, 그 내용에는 다음 사항이 포함된다.
- (1) 정비작업준비(유자격자, 기자재 및, 공구)
 - (2) 정비착수 전 안전조치 사항과 확인사항

- (3) 정비작업 절차
- (4) 정비완료 후 점검에 대한 사항
- (5) 정비완료 후 안전조치 사항과 확인사항 등

라. 특수작업 허가서 및 절차서: 화기작업과 같은 특수한 작업의 경우 별도의 작업허가서와 절차서를 작성하여야 하며, 그 종류에는 다음과 같은 것이 있다.

- (1) 화기작업허가서
- (2) 상온작업허가서
- (3) 제한공간 출입허가서
- (4) 전기차단허가서
- (5) 굴착작업허가서 등

마. 정비작업 수행 및 결과 보고: 정비작업이 완료되면 결과보고서를 작성해야 하며, 그 내용에는 다음 사항이 포함된다.

- (1) 기기 이름 및 식별 번호
- (2) 작업자 성명 및 자격 사항
- (3) 정비항목 및 정비내용
- (4) 정비 후 점검결과(허용범위 대비 적합 판정)
- (5) 관리자의 검토 및 확인

3. 안전작업 허가 및 사전점검

가. 안전작업 허가의 종류: 위험지역 내에서 설비·기기의 점검, 정비, 교체, 배관연결, 전기·계장 등의 작업을 수행할 때에는 사전 안전작업허가를 받은 후에 작업을 수행하여야 하며, 안전작업 허가의 종류는 다음과 같다.

- (1) 화기작업 허가
- (2) 상온작업 허가
- (3) 제한공간 출입 작업 허가
- (4) 전기차단 작업 허가 등

나. 작업허가서의 작성요령

- (1) 작업허가서 발급자는 허가서 발행에 앞서, 당해 작업 현장을 감독할 자 또는 작업담당자와 같이 현장을 확

인하고 안전작업에 필요한 조치사항이 무엇인지 확인하여야 한다.

- (2) 당해 작업의 안전과 관련하여 인근의 다른 공정지역 책임자에게 당해 작업을 알릴 필요가 있을 경우에는 관련 운전부서의 책임자의 협조 서명을 받는다.
- (3) 작업자는 작업허가서의 작업내용에 대하여 작업 조건이 안전하다는 것을 확인한 후 인수 서명한다.
- (4) 작업허가서 발급자는 작업허가서 중 허가 시간, 수행 작업 개요, 작업상 취해야 할 안전조치사항, 작업자에 대한 안전요구사항 등을 기재하여야 한다.

다. 안전작업 전 점검사항: 작업이 행하여지는 지역의 운전 부서 책임자와 작업부서 책임자는 작업허가서에 서명하기 전에 기술자로 및 도면과 현장 확인을 통하여 아래 사항들을 점검하여야 한다.

- (1) 수행작업이 제한공간에서 이루어지는지의 여부
- (2) 수행작업에 안전상 전기차단이 필요한지의 여부
- (3) 수행작업이 굴착작업과 병행하여 수행되는지의 여부
- (4) 점검 또는 정비결과, 검사 시 방사능 사용에 의한 작업이 수행되는지의 여부

4. 설비 내 작업준비

가. 용기의 운전정지: 용기 내 작업을 위해 용기의 운전을 정지할 때는 미리 정해진 작업순서에 따라 원료 공급을 중단하고 내용물을 배출시켜 용기 압력 또는 액면 레벨을 가능한 한 최소로 유지한다. 압력용기인 경우에는 용기 내부의 압력에 주의하면서 서서히 조작할 필요가 있다.

나. 중단상태의 확인

- (1) 가연성 물질을 저장한 용기에 연결된 배관 등은 화재의 위험이 있는 관련 시설과 완전히 분리시킨다.
- (2) 주요밸브의 개폐, 압력계, 온도계, 전원 등은 정지상태로 되어 있어야 한다. 특히 밸브는 확실하게 잠겨 있는지 확인하여야 한다.
- (3) 내압이 걸려 있는 용기는 압력이 완전히 대기압 상태로 되어 있어야 한다.

다. 용기내용물의 배출

(1) 용기를 개방하기 전에는 모든 잔여 화학물질이 가능한 한 최소한의 레벨까지 배출되어야 한다. 배출 시 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 뭉 수 있는 한 제거한다.
- (4) 비전도성 액체(벤젠, 에틸 등)를 용기로부터 유출시킬 때는 유동에 의한 정전기의 발생을 방지하기 위하여 용기와 받는 용기를 도선으로 접속하여야 한다.

라. 청소준비

- (1) 용기 청소방법을 잘 알고 있는 감독자가 작업현장에 배치되어야 한다.
- (2) 감독자는 용기 내에 과거에 저장되었거나 혹은 가장 최근에 저장되었던 화학물질의 종류뿐만 아니라 저장탱크 내의 슬러지 및 탱크자체의 외관상태 등을 잘 알아야 하며, 내부 청소 전에 현장조사를 실시하여 청소작업을 실시하기에 안전한가를 결정해야 한다.

마. 점화원 억제

- (1) 용기내부 청소를 시작한 후에는 용기 내에 증기 및 슬러지 등이 제거될 때까지 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 위험상태로 된 지역이나 천둥 및 번개가 치는 지역에서 작업을 하여서는 안 된다.

5. 작업종료 시의 조치

용기 내 작업을 할 때 일시에 다량의 파편 및 분진이 발생할 수 있다. 위험구역에서 화기를 사용할 때는 방호벽 등을 설치하기 때문에 작업장이 매우 협소해지게 된다. 따라서 이들 파편 및 분진을 가능한 한 작업장 밖에 저장하여야 한다. ☺

작업장 조명

1. 용어의 정의

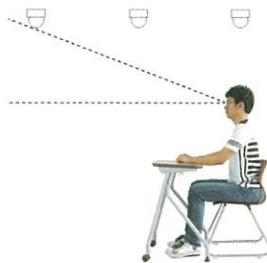
가. 조도 : 빛이 비춰지는 단위면적의 밝기에 대한 척도로, 1룩스(lux)란 1m²의 단위면적에 1루멘(lm)의 광속이 평균적으로 조사되고 있을 때의 조도를 말한다.

나. 광도 : 광원의 밝기를 나타내는 양이다. 단위로 칸델라(cd)를 사용하는데 광원으로부터 임의의 방향으로 방사되는 단위 입체각 당 광밀도를 말한다.

2. 시야각

가. 아래 <그림1>과 같이 시야각은 수평방향의 시선과 광원이 이루는 각도를 말한다. 유지해야 할 최소 시야각 기준은 조명기구 각각에 적용되며 <표1>과 같다. 그러나 벽이나 장비에 설치된 조명에는 시야각 기준이 적용되지 않을 수 있다.

나. 천장 전체에 빛을 반사시켜 광원으로 이용하는 경우와 같이 면적이 넓은 광원에 의한 눈부심의 경우에는 적용되기 힘들다.



<그림1> 시야각

<표1> 광원의 종류에 따른 최소 시야각의 예시

광원의 종류	최소 시야각
일자형 형광등	10°
반투명 백열등, 코팅된 방전등	20°
투명 백열등 또는 방전등	30°

3. 작업 시 조명의 문제점과 해결방법

가. 작업공간이 어두운 경우

- (1) 어두운 작업공간은 조명의 부적절한 설계, 설치, 관리상의 문제로 인해 발생한다.

- (2) 아래 <표2>를 참조하여 작업공간의 밝고 어두운 정도를 판단한다.

<표2> 산업안전보건기준에 관한 규칙의 조도기준

작업구분	기준
초정밀 작업	750[lux] 이상
정밀 작업	300[lux] 이상
보통 작업	150[lux] 이상
그밖의 작업	75[lux] 이상

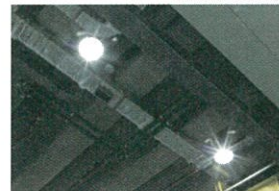
※ 일자형 형광등을 옆에서 보는 경우에 한하며, 전극이 있는 방향은 상관없음

- (3) 일반적인 해결책

- ① 전등과 조명기기를 청소한다.
- ② 수명이 다 된 조명기구를 교체한다.
- ③ 실내마감재의 색상을 밝게 해 반사율을 높인다.
- ④ 광원을 가리는 장애물을 제거한다.
- ⑤ 조명 간의 거리를 가깝게 하거나 추가로 설치한다.
- ⑥ 보다 밝은 광원으로 교체한다.
- ⑦ 국부조명을 이용한다.
- ⑧ 작업장소를 옮긴다.

나. 눈부심이 발생하는 경우

- (1) 눈부심은 아래 <그림2>와 같이 주변보다 매우 밝은 광원이 직접 시야에 들어올 때 발생한다.



<그림2> 눈부심의 사례

- (2) 밝기의 차가 극심할 경우 시각에 손상을 줄 수도 있으며 심하지 않을 경우에도 불편함, 예민함, 주의 산만 등을 유발하며 눈의 피로를 가중시킨다.

- (3) 밝은 광원에 의한 눈부심의 해결책

- ① 광원이 직접 보이는 경우에는 빛을 분산시키는 조명기구로 교체하거나 광원이 직접 보이지 않는 곳으로 이동한다.

② 수평방향의 시선과 광원이 이루는 각도인 시야각이 눈부심을 일으키지 않는 범위는 아래 <표3>을 참조한다.

<표3> KSA 3011의 조도기준

작업 환경	최소조도	표준조도	최고조도
어두운 분위기의 공공장소	15[lux]	20[lux]	30[lux]
임시 단순 사업장	30[lux]	40[lux]	60[lux]
시작업이 빈번하지 않은 사업장	60[lux]	100[lux]	150[lux]
큰 물체 대상의 시작업 수행	150[lux]	200[lux]	300[lux]
작은 물체 대상의 시작업 수행	300[lux]	400[lux]	600[lux]

(4) 밝은 자연채광에 의한 눈부심의 해결책

- ① 창문에 가리개를 설치한다. 천장은 백색도료를 칠해 빛을 차단한다.
- ② 창문이나 천창 주변의 벽이나 천장 표면이 높은 반사율을 갖도록 한다.
- ③ 창문이나 천창을 바라보지 않도록 가구배치를 바꾼다.

다. 작업면에 반사광이 생기는 경우

- (1) 아래 <그림3>처럼 작업면에서 반사되는 강한 반사광은 작업 대상을 주시하는 데 불편함을 초래한다.



<그림3> 모니터 반사광의 사례

(2) 해결책

- ① 작업대의 표면을 반사율이 낮은 재료로 교체한다.
- ② 작업장소를 이동한다.
- ③ 광원의 위치를 조정한다.

라. 색효과(Color effect)가 발생하는 경우

- (1) 광원이 다른 인공조명이나 일기조건이 변하는 자연광 아래에서 사물의 표면은 다른 색으로 보인다.
- (2) 조도가 지나치게 낮을 경우에도 모든 색이 회색조로 보이며 비슷한 위험을 유발한다.
- (3) 해결책: 자연광에 가까운 광원을 사용하며 적절한 조도를 유지한다.

마. 깜빡거림이 발생하는 경우

(1) 60[Hz] 이하의 낮은 주파수에서 발생하는 형광등의 깜빡거림은 대부분의 사람들에게 감지된다.

(2) 깜빡거림은 시야의 주변부를 통해 민감하게 감지되며 불쾌감과 피로감의 원인이 된다. 일부 작업자에게는 간질 발작의 원인이 될 수도 있다.

(3) 해결책

- ① 수명이 다 된 광원을 교체한다.
- ② 전원공급에 문제점이 있는지 점검한다.
- ③ 고주파 조절장치를 사용한다.
- ④ 전원공급방식이 다른 광원을 추가로 설치한다.

바. 작업부위에 강하게 음영이 생기는 경우

(1) 균일하지 못한 조명환경은 작업부위에 음영을 발생시키며 작업 효율을 떨어뜨리고 피로를 가중시킨다.

(2) 해결책

- ① 실내 표면의 반사율을 높인다.
- ② 밝기가 균일하게 되도록 광원을 교체하거나 그 간격을 조정한다.
- ③ 광원의 수를 늘린다.
- ④ 국부조명을 이용한다.

사. 작업공간에서 밝기의 차가 클 경우

(1) 이런 위험은 국부조명의 밝기에 장시간 노출되어 익숙해져 있는 상태나 실내외 간의 이동 시 밝기의 급격한 변화에 노출되는 경우에 발생하기 쉽다.

(2) 해결책

- ① 윗부분 “가-(3)일반적인 해결책”을 참조하여 작업공간에서 어두운 부분의 조도를 개선한다.
- ② 아래 <표4>는 밝기의 차에 의한 불쾌감과 위험을 방지하기 위한 기준 예이다. ☺

<표4> 최대 밝기의 차 예시

조건	사례	최대 밝기의 차 (밝은곳: 어두운곳)
전반조명과 국부조명을 동시에 사용하되 작업부위의 국부조명이 더 밝은 경우	사무실에서 국부조명을 사용하는 경우	5:1
두 작업공간이 인접해 있으며 한쪽의 조명이 더 밝은 경우	부품창고에서 구역마다 국부조명을 사용하는 경우	5:1
서로 다른 조명을 사용하며 분리된 작업공간 사이를 빈번하게 이동하는 경우	보관창고의 내부와 하역이 이루어지는 외부의 경우	10:1