



화학설비·압력용기 등 (Part 1)

제2편 안전기준

제2장 제4절 화학설비·압력용기 등 제255조 ~ 제266조

☑ 화학설비와 압력용기는 대형 폭발·화재·누출 사고의 주요 원인입니다.

- 특히 부식, 과압, 밸브 접합 불량, 안전밸브 관리 소홀은 언제든지 파국적 사고로 이어질 수 있습니다.
- 따라서 본 절에서는 건축물 구조, 설비 재질, 원재료 표시, 안전밸브·파열판 관리까지 설비 기본 안전 확보를 위한 핵심 사항을 다룹니다.

1 화학설비·압력용기란 무엇인가?

- **화학설비** 화학반응기, 저장탱크, 펌프·배관 등 화학물질을 저장·이송·처리하는 설비
(「산업안전보건기준에 관한 규칙」 [별표기] 화학설비 및 그 부속설비의 종류 참고)

• 반응기	화학 반응이 일어나는 장치 (예: 합성반응기, 중합반응기 등)
• 분리·정제 장치	물질을 분리하거나 정제하는 장치 (예: 증류탑, 정류탑, 추출장치, 증발기 등)
• 열교환기류	열을 전달하여 온도를 조절하는 장치 (예: 냉각기, 응축기, 히터)
• 저장용기·탱크	원료·중간물·완제품 등을 저장하는 대형 탱크
• 압력용기	반응·저장 과정에서 압력이 가해지는 용기
• 펌프·컴프레셔류	물질을 이송하거나 가압하는 설비
• 가열로·가열기	화학물질을 반응온도까지 가열하는 장치
• 배관 및 부속설비	밸브, 플랜지, 콕, 안전밸브 등 연결 부속품
• 집진·세정·연소설비	반응 부산물, 유해가스 처리 장치

- **압력용기** 용기 내·외부에서 유체에 의한 압력을 받는 용기를 말하며, 내압뿐만 아니라 진공압을 받는 용기도 포함됨



반응기



탑조류



구형탱크



저장용기

2 화학설비·압력용기의 주요 위험요인

1 압력 관련 위험

- 반응 폭주나 냉각이 제대로 이루어지지 않을 경우 내부 압력이 설계 압력을 초과하여 용기가 파열될 수 있음
- 안전밸브나 파열판이 막혀 있거나 점검이 제대로 이루어지지 않을 경우 과압 해소가 되지 않아 폭발 사고로 이어질 수 있음

2 부식 및 재질 열화 위험

- 황산·염산 등 부식성 물질로 인해 설비나 배관 벽 두께가 얇아지면 누출이나 파열 발생할 수 있음
- 장기간 운전으로 응력부식이나 균열이 발생하면 예상치 못한 누출이나 사고로 확대될 수 있음

3 화재·폭발 위험

- 휘발유, 톨루엔, 벤젠과 같은 인화성 액체에서 발생하는 증기가 정전기나 화기와 만나면 화재·폭발이 일어날 수 있음
- 가연성 가스가 누출되어 밀폐공간에 축적될 경우 점화원과 접촉 시 폭발 위험이 있음

4 누출 및 중독 위험

- 염소, 암모니아, 포스겐 등 독성 가스가 설비나 배관 접합부에서 누출되면 작업자 중독이나 환경오염으로 이어질 수 있음
- 밸브 패킹이나 플랜지 접합부가 손상되면 장기간 미세한 누출이 발생해 대형사고로 발전할 수 있음

5 온도·반응 제어 실패 위험

- 반응기의 냉각 장치 고장이나 열 교환이 원활하지 않을 경우 반응열이 제어되지 않아 온도와 압력이 급상승할 위험이 있음
- 발열 반응을 적절히 제어하지 못하면 폭주 반응이 발생하여 폭발로 이어질 수 있음

6 운전·관리 부주의 위험

- 밸브 개폐 방향 표시가 불명확하거나 작업자의 조작 실수로 인해 원료가 과다 공급되거나 누출이 발생할 수 있음
- 가연성 액체 취급 시 정전기 접지가 미흡하면 불꽃이 발생해 화재 위험이 있음
- 안전밸브 점검을 소홀히 하거나 파열판 교체 주기를 지키지 않을 경우 설비가 압력에 견디지 못하고 파손될 수 있음

3 위험 예방을 위한 관리 방법

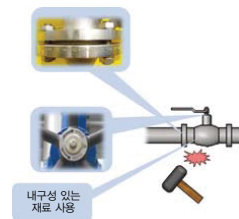
1 설비 구조·재질 안전 확보

- 화학설비를 설치하는 건축물의 구조 : 화학설비 및 그 부속설비를 건축물 내부에 설치하는 경우 바닥, 벽, 기둥, 계단, 지붕 등에 불연성 재료 사용



- 부식방지 : 화학설비 또는 그 배관(화학설비 또는 그 배관의 밸브나 콕은 제외) 중 위험물 또는 인화점이 섭씨 60도 이상인 물질(이하 "위험물질 등")이 접촉하는 부분에 대해서 부식되어 폭발·화재, 누출 방지를 위하여 위험물질 등의 종류·온도·농도 등에 따라 부식이 잘 되지 않는 재료를 사용하거나 도장(塗裝) 등의 조치 실시

- 덮개 등의 접합부 : 화학 설비 또는 그 배관의 덮개, 플랜지, 밸브, 콕의 접합부는 적절한 개스킷(Gasket)을 사용하고 접합면 밀착시키는 등의 조치 실시



- 밸브 등의 재질 : 개폐 빈도, 위험물질의 종류, 온도, 농도에 따라 내구성 있는 재료 사용

- 밸브 등의 개폐방향의 표시 : 화학 설비/배관의 밸브, 콕, 스위치, 누름 버튼 등에 대하여 오조작 방지를 위하여 열고 닫는 방향을 색채 등으로 표시하여 구분

물질의 종류와 그 식별색

물질의 종류	식별색
물	파랑
증기	어두운 빨강
공기	흰색
가스	연한 노랑
산 또는 알칼리	회보라
기름	어두운 주황
전기	연한 주황

※ 한국산업규격 KS A 0503(배관계의 식별 표시) 참조

유체명 및 흐름방향 표시(예)



각 배관에 물질명 표시(예)








밸브 개폐 방향 표시(예)

- 공급 원재료의 종류 등의 표시 : 근로자가 보기 쉬운 위치에 원재료의 종류, 원재료가 공급되는 설비명 등을 표시

2 안전밸브·파열판 관리

- 안전밸브 등의 설치 : 과압에 따른 폭발을 방지하기 위하여 해당 설비에 폭발방지 성능과 규격을 갖춘 안전밸브 또는 파열판을 설치

* 화학설비의 안전밸브 종류: 안전밸브, 파열판, 통기밸브, 통기구, 딥파이프, Emergency vent 등

	<p>압력용기 안지름이 150mm 이하인 압력용기는 제외, 관형 열교환기의 경우 관의 파열로 인하여 상승한 압력이 최고사용압력을 초과할 우려가 있는 경우만 해당</p>		<p>정변위 압축기</p>
	<p>배관 2개 이상의 밸브에 의하여 차단되어 대기온도에서 액체의 열팽창에 의해 파열 우려가 있는 것으로 한정</p>		<p>정변위 펌프 토출측에 차단밸브가 설치된 것</p>
	<p>그 밖의 화학설비 및 부속설비로 해당설비의 최고사용압력을 초과할 우려가 있는 것</p>		



안전밸브 (Safety Valve & Relief Valve)



파열판 (Rupture Disc)

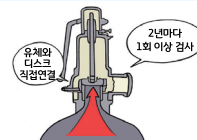


안전밸브 등 설치 예

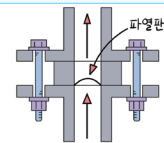
- 다단형 압축기 또는 직렬로 접속된 공기압축기에 대해서는 각 단 또는 각 공기압축기별로 안전밸브 등을 설치

- 검사주기마다 안전밸브가 적정하게 작동하는지 검사한 후, 납으로 봉인 사용. 단, 공기나 질소취급용기 등에 설치된 안전밸브 중 안전밸브 자체에 부착된 레버 또는 고리를 통하여 수시로 안전밸브가 적정하게 작동하는지를 확인할 수 있는 경우 예외

1. 화학공정 유체와 안전밸브의 디스크 또는 시트가 직접 접촉될 수 있도록 설치된 경우: 2년마다 1회 이상



2. 안전밸브 전단에 파열판이 설치된 경우: 3년마다 1회 이상



3. 공정안전보고서 제출 대상으로 공정안전보고서 이행상태 평가결과가 우수한 사업장의 안전밸브의 경우 : 4년마다 1회 이상

- 납으로 봉인된 안전밸브를 해체하거나 조정할 수 없도록 조치

- 파열판의 설치 : 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 파열판 설치 필요

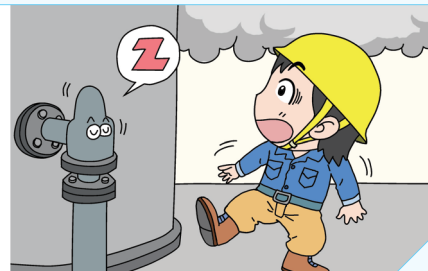
1. 반응 폭주 등 급격한 압력 상승 우려가 있는 경우



2. 급성 독성물질의 누출로 인하여 주위의 작업환경을 오염시킬 우려가 있는 경우

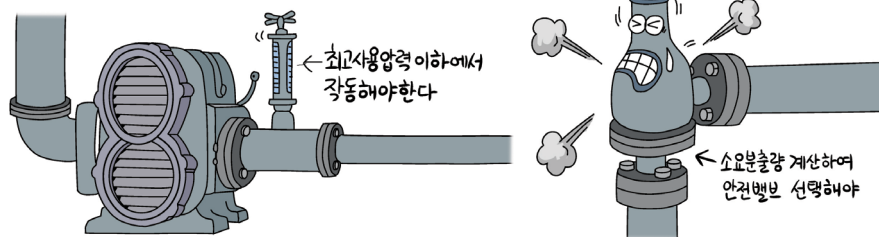


3. 운전 중 안전밸브에 이상 물질이 누적되어 안전밸브가 작동되지 아닐 우려가 있는 경우



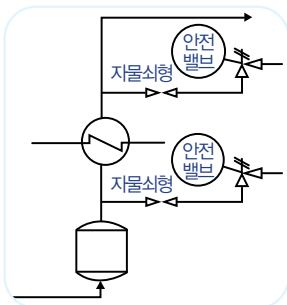
- 안전밸브 등의 작동요건/배출용량 : 안전밸브 등이 보호하려는 설비의 최고사용압력 이하에서 작동되도록 조치. 단, 안전밸브 등이 2개 이상 설치된 경우 1개는 최고사용압력의 1.05배 (외부화재 대비는 1.1배) 이하에서 작동되도록 설치

- 안전밸브 등의 배출용량은 소요분출량을 계산하여 가장 큰 수치를 적용

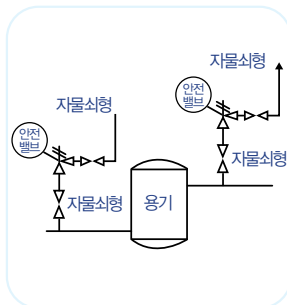


- 차단밸브의 설치 금지 : 안전밸브 등의 전단·후단에 차단밸브 설치 금지. 단, 다음 중 어느 하나에 해당하는 경우 자물쇠형 또는 이에 준하는 형식의 차단밸브 설치할 수 있음

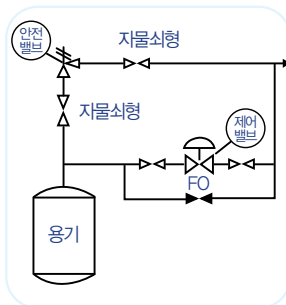
1. 인접한 화학설비 및 그 부속설비에 안전밸브 등이 각각 설치되어 있고, 해당 화학설비 및 그 부속설비의 연결배관에 차단밸브가 없는 경우
2. 안전밸브 등의 배출용량의 2분의 1 이상에 해당하는 용량의 자동압력조절밸브(구동용 동력원의 공급을 차단하는 경우 열리는 구조인 것으로 한정)와 안전밸브 등이 병렬로 연결된 경우
3. 화학설비 및 그 부속설비에 안전밸브 등이 복수방식으로 설치된 경우
4. 예비용 설비를 설치하고 각각의 설비에 안전밸브 등이 설치된 경우
5. 열팽창에 의하여 상승된 압력을 낮추기 위한 목적으로 안전밸브가 설치된 경우
6. 하나의 플레어스택(Flare stack)에 둘 이상의 단위공정의 플레어헤더(Flare header)를 연결하여 사용하는 경우로 각각의 단위공정의 플레어헤더에 설치된 차단밸브의 열림·닫힘 상태를 중앙제어실에서 알 수 있도록 조치한 경우



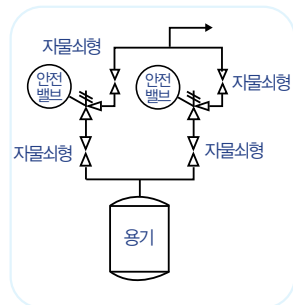
인접한 용기에 안전밸브가 이중으로 설치된 경우



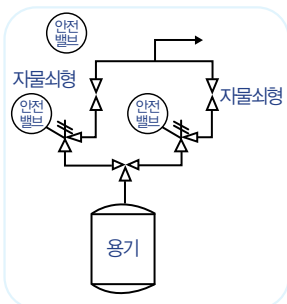
인접한 용기에 안전밸브가 이중으로 설치된 경우 (단 기체용기)



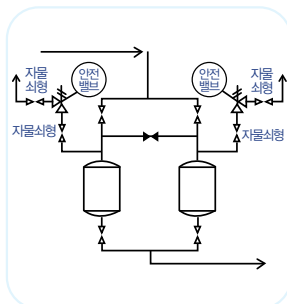
배출용량의 50% 이상에 Control Valve(FO)와 안전밸브가 병렬로 설치된 경우



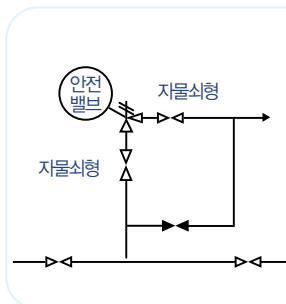
복수방식으로 안전밸브를 설치한 경우



3Way Valve 복수 방식으로 안전밸브를 설치한 경우



예비용 용기와 각각에 안전밸브가 설치된 경우



열팽창 안전밸브인 경우

