

화재·폭발
에피소드

화학사고 예방 시리즈

열교환기 파열사고 예방



열교환기 파열사고 주요 원인

- 설계압력 이상의 과압으로 인한 파열
- 응력집중 부위 설계결함·관리미흡
- 기밀·내압 시험 구분 없이 용기 관리
- 설비 노후화로 인한 파열
- 부식 및 침식에 의한 파열

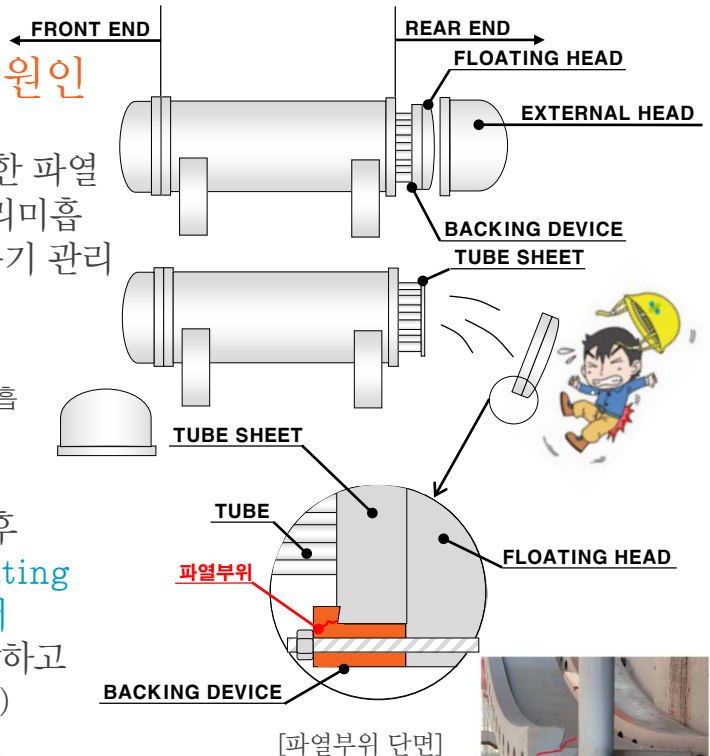
※ 정기적인 설비 건전성 관리 체계 미흡



최근 사고 내용

- 석유화학공장 열교환기 청소 후 기밀시험 중 플로팅 헤드(Floating head) 고정 부위가 파열되면서 작업자를 가격하여 4명이 사망하고 4명이 부상을 입는 사고('22.02)

※ TEMA FLOATING HEAD형 열교환기로 REAR END측 BACKING DEVICE 파열로 FLOATING HEAD가 날아간 사고



[파열부위 단면]

내압·기밀시험 중 파열사고 사례

2013

(국내) 물탱크 충수 시험 중 볼트 파단으로 탱크가 붕괴되면서 작업자 3명 사망

1995

(국내) 도시가스 배관 설치 후 내압시험 도중 배관 파열 작업자 1명 사망, 작업자 및 행인 6명 부상

2009

(해외) 중국 상하이 소재 LNG터미널에서 배관·설비 등이 연결된 상태에서 내압시험 도중 플랜지 부위가 파열되면서 1명이 사망, 17명 부상

※ 사고 원인은 요약한 내용이므로 단순 참조



[상하이 파열사고 현장]

잠깐!

- 1 압력용기(열교환기) 노후에 따른 관리 프로그램을 운영하고 계십니까?
- 2 기밀시험과 내압시험을 구분하여 운영하고 계십니까?

열교환기 파열사고 예방 ✔이것만은 확인

1



설비수명관리 프로그램

- 일정 연한 이상된 설비는 교체하도록 자체 운영 프로그램 도입

2



응력집중 부위 정보

- 설비 설계단계에서부터 응력집중 부위에 대한 정보 확보

3



정기적인 비파괴 검사

- 일정 연한 이상 사용설비는 응력집중 부위 중심으로 비파괴 검사 실시

기밀 · 내압시험의 구분

■ 기밀시험

- 목적 : 압력용기 · 배관연결 부위 누설 확인
- 대상 : 설비의 **단순 수리 · 청소 후**
- 유체 : 공기 또는 위험성이 없는 기체
- 압력 : 설계압력의 25% 이하
(관계 법령 또는 기술표준의 시험압력을 우선 적용)

■ 내압시험

- 목적 : 압력용기 강도 확인이 목적
- 대상 : **최초 제작 후** (또는 설계 변경 후)
- 유체 : 물(水)시험 원칙 (부득이할 때 공기 또는 기체)
- 압력 : 물로 시험할 때 설계압력의 130%
(공기 또는 기체로 시험할 때 설계압력의 110%)

■ 시험하기 전에 수행하여야 할 안전조치

- **안전밸브** 설치, **이격거리** 유지 및 **최소인원** 참여는 필수(필요 시 방호시설, 용접부 비파괴검사 실시)

『청소 후 실시하는 시험은 모두 기밀시험에 해당 → **과도한 압력 사용에 주의**』

참고자료
기술지침

산업안전보건기준에 관한 규칙 제2편 제2장(폭발 · 화재 및 위험물질 누출에 의한 위험방지)
KOSHA GUIDE D-54-2014(화학설비의 압력시험에 관한 기술지침)
KOSHA GUIDE M-150-2012(불활성기체 등을 이용한 기밀시험 방법에 관한 기술지침)