

폭발 보호(진압, 배풍, 차단) 시스템에 관한 소개

An Introduction on Explosion Protection System

김 찬주
Kim, Chan-Ju

서울시 강남구 역삼동 823-11 유양진흥개발(주)
ISE 사업본부 전무이사 (TEL 553-1691)

Abstract

This paper provides an overview or an introduction covering the nature of explosions, explosion protection techniques and explosion protection systems(EPS). It is not intended to be a result for the design or research of protection technology, but rather an introduction to the science of explosion protection including explosion suppression, venting, isolation, and an explanation to the mechanical system.

I. 개요

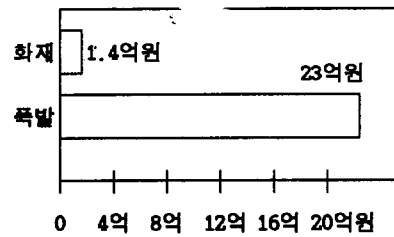
1. 배경

산업현장에는 수많은 폭발환경이 존재하며, 폭발은 한번 발생하게되면 크나큰 재산과 인명의 손상을 가져온다. 그러나, 대부분의 폭발은 막을 수가 있으며 공정설계 엔지니어, 프로젝트 엔지니어, 장비운전 오퍼레이터 및 상위 관리자들은 폭발의 위험에 대하여 경각심을 가져야 한다. 따라서, 산업현장에서는 폭발의 가능성을 줄이고 또한, 만약 폭발이 발생하였을 경우에는, 그와 같은 폭발로 인한 손상을 최소화하기 위한 조치들을 취해야 한다. 폭발방지 시스템은 초기의 폭발을 방지하여 수많은 인명과 재산을 구할 수 있는 것으로 밝혀졌다.

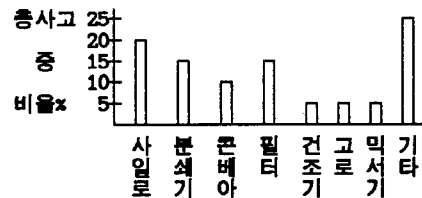
미국 IRI 보고서 내용

- 폭발사고로 인한 사업중단 - 전체사고의 4%
- 폭발사고로 인한 피해액 - 총손실의 40%
- 폭발 - 공정산업에서 공정구성설비에서 광범위 하게 발생

화재 vs 폭발의 피해 비교
(사고 1건당 총피해액, 미국 IRI 보고서)



357건의 폭발사고 분석
(장비의 유형별)



2. 목적

본 자료는 잠재적으로 폭발가능성이 있는 물질을 저장, 취급, 처리하는 데 관련된 사람들을 위한 폭발보호의 원리와 기계적인 구성을 소개하기 위한 것이다.

3. 범위

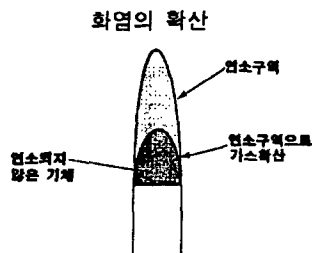
가스, 증기, 먼지, 분말, 펠릿 및 분진 등이 공기 중에 혼합되어 있을 경우의 폭발위험에 대하여 이 폭발을 제어하는 것을 포함한다. 또한, 화염전선이 메탄, 프로판과 같은 탄화수소 화합물, 그리고 석탄, 전분(녹말), 설탕, 플라스틱, 폭발먼지 및 모든 산업현장의 화학물질 등과 같은 유기물질에서 일어날 수 있는 음속이하(화염전선의 전파속도)의 폭연에 대한 제어를 포함한다.

자체의 산화원을 갖고 있는 니트로 셀룰로오스, 화염전선의 전파속도가 음속보다 빠른 폭발사고, 분해반응, 스팀과 같은 열팽창, 핵사고 등으로 인한 폭발사고는 제외한다.

II. 폭발의 이해 및 보호의 원리

1. 연소

스토브 버너 또는 프로판 토오치로부터 나오는 기체의 분사켓을 예로 들어보자. 연소는 그림과 같이 타지 않은 가스가 주위공기와 접합하는 부위에서 발생한다. 접합 부위에서 가스는 공기 속으로 전파되어, 이 부분에는 연소성 액체/공기의 혼합상태가 조성된다. 연소속도는 연료와 공기의 혼합속도에 의해 조절된다.



2. 폭발

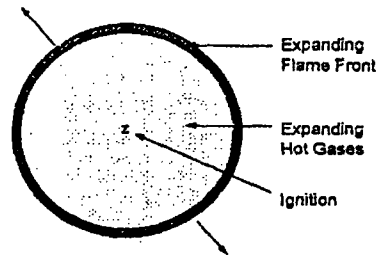
폭연 - 화염전선의 전파속도가 음속이하

폭굉 - 화염전선의 전파속도가 음속이상

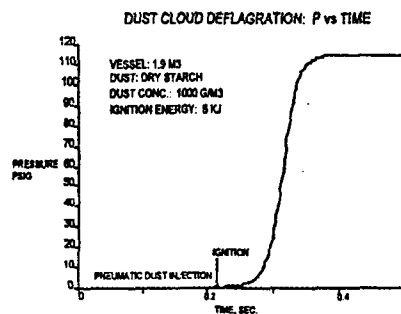
연료와 공기의 인화성 혼합물의 화염은 점화시점부터 급팽창하는 풍선과 같이 3차원 전 방향으로 이동한다. 그 한가운데는 연소로 인해 발생하는 뜨거운 팽창가스가 놓이게 되고 바깥 층에는 팽창하는 화염전선이 놓이게 된다.

밀폐된 용기내 폭연이 발생할 경우, 가스의 팽창으로 통상 6.8 - 10.2 kg/cm²의 게이지 압력이 생성되며, 대부분의 현장용기는 이보다 훨씬 낮은 압력, 종종 0.34 kg/cm²의 게이지 압력이하에서 이미 파열된다.

화염의 확산 - 구형 성장



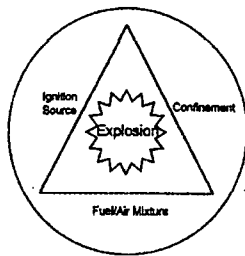
시간에 따른 압력증가 (밀폐된 공간에서의 폭연)



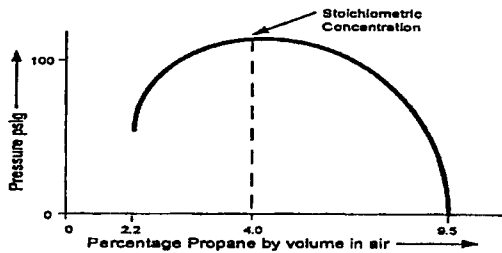
폭발이 일어나는 시기

- 연소성 가스, 먼지, 연무 또는 기체가 있을 때
- 그 공기 혼합물이 해당 연료의 인화성 범위 내에 있을 때, 즉 연료와 산소가 충분히 있고 그것이 폭발농도에 있을 때
- 연소를 유발하기에 충분한 에너지의 점화원이 있을 때
- 그러한 인화성 혼합물이 고정된 체적 내에 있을 때

폭발의 요소



프로판의 인화가능 범위



분진폭발의 변수들

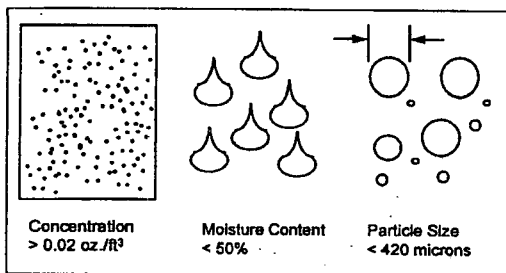


도표 1. 점화원 에너지

Emin	점화원
<10,000J <100J	화재, 화염, 고온 표면 Self Heating, Bearing Ove Heating
<10J <10mJ	마찰 스파크 점전기

III. FENWAL폭발보호시스템

1. 개요

인화 농도의 인화성가스, 증기, 먼지, 분진, 또는 혼성혼합물을 함유하고 있는 밀폐구조물의 폭발방지, 완화, 또는 차단을 위한 설치 기계장치 및 설비를 말함.

2. 구성(품)

HRD Container, Actuator, Burst Disc, Spreader, Detector(UV/IR), Indicator, Fuse, Control Panel, Isolation Valve, Vent Panel 등 기타 부속품으로 구성되어 있음.

3. 원리

밀폐된 공간에서 연소가 발생함과 동시에 그 연소파장이 급격한 압력 상승과 종국에는 폭발을 유발하기전에 폭발을 60msec내에 진압, 완화(Venting), 차단(Isolation)하는 장치임.

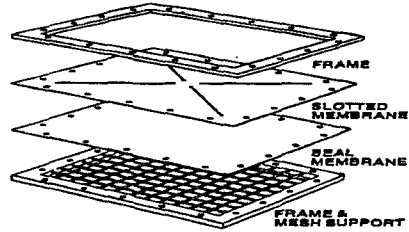
4. 폭발보호시스템의 종류

- 진압시스템(SUPPRESSION SYSTEM)
감지기의 의해 폭발을 감지, 최단 시간내에 즉 파괴적인 잠재력에 이르기전에 진압하는 SYSTEM
- 폭발배풍 시스템(VENTING SYSTEM)
예정된 압력에 파열되는 폭발 안전 PANNEL SYSTEM
- 차단시스템(ISOLATING SYSTEM)
배관내에서 화학적, 또는 기계적인 방법으로 화염이동을 방지하는 SYSTEM

도표, 폭발진압시스템의 작동순서(전형)

1. 폭발의 개시 - 점화 발생 - 방사에너지 방출 - 압력 생성	2. 감지기의 변화 감지 - 압력 감지기 - 자외선 감지기
3. 컨트롤 장치의 반응 - 충전 용기 내의 버스트 디스크 작동	4. 진압 장치의 약제 방출 - 작동 밀리초컨드안에 보호지역 진화
5. 폭발의 진압	6. 경과 시간 - 폭발진화에 사용되는 총 소요시간 (60/1,000초)

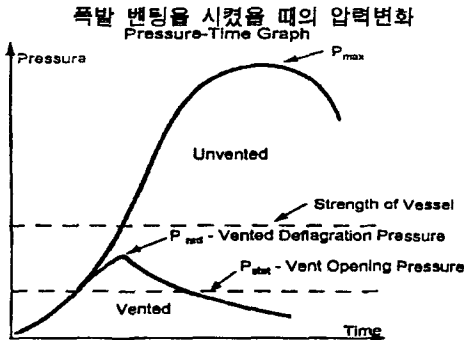
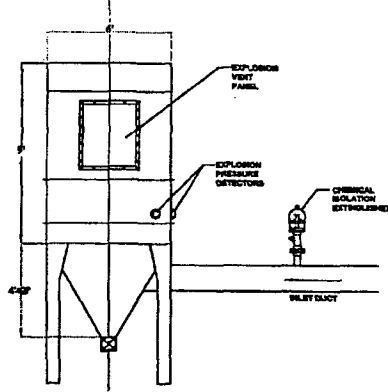
벤트 판넬과 Support Grid



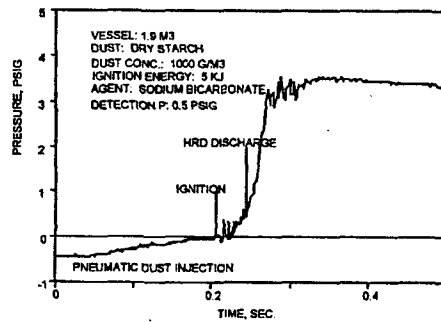
5. 진화(억제)제

- 할로겐화물 소화약제
몬트리올 의정서에 의한 생산, 사용 제한으로 금지됨.
- 파우더 소화약제
상품명 ; DESSIKARB
화학명 ; SODIUM BICARBONATE
화학기호 ; NaHCO_3
- ※ HALON 대체물질로 백색, 무취하며 식품에 널리 사용되는 저독성 물질이고 취급이 용이함.
- ※ 기타 기술 DATA ;
성분 - 중탄산 나트륨 98.5 %, 기타 첨가제
밀도 - 최저 0.95 g/cm^3
크기 - 평균 40미크론 이하
온도 - 안정성을 기준 하여 55°C 까지

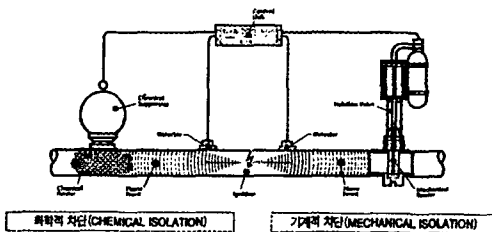
Vented Dust Collector



폭발을 진압했을 때의 압력변화
DEFLAGRATION SUPPRESSION: P vs TIME



폭발 차단 시스템



폭발(폭연) 진압 순서 - 1 m³ 전분 용기

