

## 전기 및 화공안전관리 11~12주차

### ③ 폭발 방지 및 안전대책

#### 3. 가스폭발

##### (1) 폭발의 성립조건

- ① 밀폐된 공간이 존재할 것
- ② 가연성 가스, 증기 또는 분진이 폭발범위 내 있을 것
- ③ 점화원(에너지)가 있을 것

##### (2) 폭발범위(Range of flammability)

###### ① 폭발의 상한과 하한

구분	내용
폭발하한계	공기 또는 산소 속에서 증기 또는 기체가 발화원과 접촉했을 때 불꽃의 전파가 가능한 가연성 물질의 최소농도를 말한다.
폭발상한계	발화원과 접촉할 때 불꽃의 전파가 가능한 공기 중의 증기나 기체의 최대농도를 말한다.

###### ② 폭발한계에 영향을 주는 요인

구분	내용
온도	폭발하한이 100℃ 증가시 25℃에서의 값의 8% 감소하고, 폭발 상한은 8%씩 증가
압력	가스압력이 높아질수록 폭발범위는 넓어진다.
산소농도	산소의 농도가 증가하면 폭발범위도 상승한다.

###### ③ 각종기체의 폭발(연소) 및 폭굉한계 (25℃, 1기압)

가연성 가스	폭발(연소)한계(%)				폭굉한계(%)			
	공기중		산소중		공기중		산소중	
	하한계	상한계	하한계	상한계	하한계	상한계	하한계	상한계
H <sub>2</sub>	4.0	75	3.9	96	18.3	59	15	90
C <sub>2</sub> H <sub>2</sub>	2.5	100	2.3	95	4.2	50	3.5	92
CH <sub>4</sub>	5.0	15.0	5.1	61	6.5	12	6.3	53
C <sub>3</sub> H <sub>8</sub>	2.1	9.5	2.3	52	—	—	3.2	37
C <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	2.7	36	2.9	—	—	—	—	—
CO(습윤)	12.5	74.0	15.5	94	15	70	38	90
C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OC <sub>2</sub> H <sub>5</sub>	1.9	36	2.1	82	2.8	4.5	2.6	40
NH <sub>3</sub>	15	28	13.5	79	—	—	25.4	75

### (3) 밀폐된 용기안의 폭발압력

#### ① 폭발압력 및 상승속도에 영향을 주는 요인

요인	최대폭발압력(Pm)	최대폭발압력 상승속도(rm)
온도	높은 온도에서는 같은 조건에서 물질의 양이 감소하기 때문에 온도의 증가에 따라 Pm은 감소한다.	연소속도가 처음온도 증가에 따라 증가되기 때문에 처음온도 상승에 따라 rm은 증가한다.
최초압력	최초압력에 영향을 받으며, 최대폭발압력은 최초압력의 8배가 된다	최대폭발압력 상승속도는 최초 압력과 선형관계를 유지하며 증가한다.
용기의 형태	최대 폭발 압력(Pm)은 용기의 부피나 모양에 크게 영향 받지 않으나 용기의 지름에 대한 길이의 비가 큰 용기는 Pm이 약간 낮아진다.	최대폭발 압력 상승속도(rm)은 용기의 부피(V)에 큰 영향을 받는다. 부피 V와 rm의 관계식 $rm V^{1/3} = const$
발화원의 강도	발화원의 강도가 클수록 최대 폭발압력(Pm)은 약간 증가된다.	발화원 강도가 클수록 최대 폭발압력상승 속도(rm)는 크게 높아진다.
가연성 가스의 농도	<ul style="list-style-type: none"> <li>가연성 가스의 농도가 너무 희박하거나 진하여도 폭발 압력은 낮아진다.</li> <li>폭발압력은 양론농도보다 약간 높은 농도에서 가장 높아져 최대폭발압력이 되며, 최대폭발압력의 크기는 공기와의 혼합기체에서 보다 산소의 농도가 큰 혼합기체에서 더 높아진다.</li> </ul>	최대폭발압력 상승속도는 폭발의 종점 가까이에서 존재하며, 가연성 물질의 농도는 양론 농도보다 약간 높은 농도에서 rm이 된다.

### (4) 폭발등급

#### ① 안전간격

8ℓ 의 구형용기 안에 폭발성 혼합가스를 채우고 점화시켜 발생된 화염이 용기 외부의 폭발성 혼합 가스에 전달되는가의 여부를 측정하였을 때 화염을 전달시킬 수 없는 한계의 틈사이

※ 안전간격이 작은 가스일수록 위험하다.

#### ② 안전간격에 따른 폭발등급과 해당물질

폭발등급	안전간격(mm)	해당물질
1등급	0.6 이상	메탄, 에탄, 프로판, n-부탄, 가솔린, 일산화탄소, 암모니아, 아세톤, 벤젠, 에틸에테르
2등급	0.6~0.4	에틸렌, 석탄가스, 이소프렌, 산화에틸렌
3등급	0.4 이하	수소, 아세틸렌, 이황화탄소, 수성가스

## 4. 폭발방지대책

### (1) 폭발재해의 일반적 대책

구분	내용
예방대책	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 폭발의 원인이 되는 물질과 발화원등의 연구를 통해 폭발조건이 성립되지 않도록 적절한 관리를 한다.</li> <li>• 화학공정 전체통과 모든 요소에 대하여 폭발을 예방할 수 있도록 폐일 세이프의 원칙을 적용하여 대책을 수립한다.</li> </ul>
국한 대책	<p>폭발의 발생을 예방할 수 없었을 때, 폭발의 피해를 최소화하기 위한 것을 국한대책이라 한다.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 안전장치(안전밸브, 긴급 차단장치)를 설치한다.</li> <li>• 폭발위험이 있는 설비 주위에는 방폭벽을 설치한다.</li> </ul>

### (2) 폭발의 방호 대책

구분	내용
폭발 봉쇄 (Containment)	폭발성 위험물질 등을 폭발시 다른 탱크나 저장소로 보내 용기의 압력을 완화시키는 방법
폭발 억제 (Explosion Suppression)	폭발시 감지기의 작동으로 파악하여 소화제 등을 사용함으로써 큰 폭발을 막는 방법
폭발 방산 (Explosion Venting)	안전밸브, 파열판 등을 사용하여 압력을 외부로 방출시켜 압력을 정상화하여 큰 폭발을 막는 방법

### (3) 불활성화(inerting)

- ① 가연성 혼합가스나 혼합분진에 불활성 가스를 주입하여 희석, 산소의 농도를 최소산소농도 이하로 낮게 유지하는 것.
- ② 불활성 가스의 종류 : 질소, 이산화탄소를 주로 사용한다.
- ③ 불활성화(퍼지)방법의 종류
  - ㉠ 진공 퍼지(저압퍼지)

구분	내용
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용기에 대한 통상적인 퍼지 방법이다.</li> <li>• 큰 용기는 일반적으로 진공에 견디기 어려워 큰 용기에는 사용할 수 없다.</li> <li>• 반응기의 퍼지에 일반적으로 쓰인다.</li> </ul>
퍼지의 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용기를 원하는 수준까지 진공으로 만든다.</li> <li>• 불활성 가스를 주입하여 대기압으로 만든다.</li> <li>• 위의 단계를 원하는 농도까지 반복한다.</li> </ul>

㉠ 압력 퍼지

구분	내용
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 압력퍼지는 진공퍼지에 비해 시간이 매우 짧다. (진공을 유도하기 위한 공정에 비해 가압공정이 빠르기 때문)</li> <li>• 압력퍼지는 진공퍼지보다 많은 양의 불활성 가스를 소모한다.</li> </ul>
퍼지의 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용기에 불활성 가스를 주입하여 가압한다.</li> <li>• 가압된 불활성 가스를 용기 내에 충분히 확산 시킨 후 대기 중으로 방출한다.</li> <li>• 위의 단계를 원하는 농도까지 반복한다.</li> </ul>

㉡ 스위프 퍼지

구분	내용
특징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용기나 장치에 압력을 가하거나 진공을 만들 수 없을 때 주로 사용한다.</li> <li>• 스위프 퍼지는 큰 용기에 적합하나 많은 양의 불활성 가스를 필요로 하여 많은 경비가 소모된다.</li> </ul>
퍼지의 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용기의 한 개구부로부터 불활성 가스를 주입하고 다른 개구부에서 대기로 혼합가스를 배출한다.</li> <li>• 혼합가스의 흐름은 입구와 출구가 같은 유량상태를 유지한다.</li> </ul>

㉢ 사이펀 퍼지

구분	내용
특징	<p>스위프 퍼지에 비해 불활성 가스의 양이 적어 큰 용기를 퍼지할 때 경비를 최소화 할 수 있다.</p>
퍼지의 방법	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 용기에 액체를 채운다.</li> <li>• 액체를 용기로부터 드레인 할 때 불활성 가스를 용기의 중기공간에 주입한다.</li> <li>• 주입되는 불활성 가스의 부피는 용기의 부피와 같고 퍼지속도는 액체를 방출하는 흐름 속도와 같다.</li> </ul>

(4) 가연성 가스 발생 장소의 안전대책

① 폭발·화재 방지 조치 대상작업

- ㉠ 인화성 가스가 발생할 우려가 있는 지하작업장에서 작업하는 경우(터널 등의 건설작업의 경우는 제외한다)
- ㉡ 가스도관에서 가스가 발산될 위험이 있는 장소에서 굴착작업을 하는 경우

② 폭발·화재 방지 조치

- ㉠ 가스의 농도를 측정하는 사람을 지명
- ㉡ 해당 가스의 농도를 측정시기

- 매일 작업을 시작하기 전
- 가스의 누출이 의심되는 경우
- 가스가 발생하거나 정제할 위험이 있는 장소가 있는 경우
- 장시간 작업을 계속하는 경우(4시간마다 가스 농도를 측정)

③ 가스의 농도가 인화하한계 값의 25% 이상인 경우

㉠ 즉시 근로자를 안전한 장소에 대피

㉡ 화기 등의 점화원이 될 우려가 있는 기계·기구 등의 사용을 중지

㉢ 통풍·환기 등을 할 것

#### (5) 건축물의 내화구조 적용

##### ① 내화구조 적용 부분

가스폭발 위험장소 또는 분진폭발 위험장소에 설치되는 건축물 등에 대해서는 다음에 해당하는 부분

구분	적용기준
건축물의 기둥 및 보	지상 1층(지상 1층의 높이가 6미터를 초과하는 경우에는 6미터)까지
위험물 저장·취급용기의 지지대(높이가 30센티미터 이하인 것은 제외한다)	지상으로부터 지지대의 끝부분까지
배관·전선관 등의 지지대	지상으로부터 1단(1단의 높이가 6미터를 초과하는 경우에는 6미터)까지

##### ② 내화구조 예외 대상

건축물 등의 주변에 화재에 대비하여 물 분무시설 또는 폼 헤드(foam head)설비 등의 자동 소화설비를 설치하여 건축물 등이 화재 시에 2시간 이상 그 안전성을 유지할 수 있도록 한 경우

## 4 화학설비 안전

### 1. 반응기 등

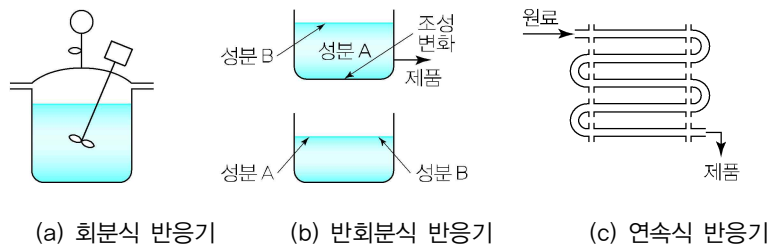
#### (1) 반응기

##### ① 구조 방식에 의한 분류

종류	내용
교반조형 반응기	반응 물질을 균일하게 혼합하여 온도 및 농도를 균일화 하기 위한 교반기를 부착하여 반응물을 교반한다.
관형 반응기	긴 관을 사용하는 형식이며, 반응 물질의 흐름은 피스톤 흐름에서 유동되게 한다. 반응이 대단히 빨리 진행되고 처리량이 많아 대량 생산에 적합하다. 전열면적이 커 온도조절이 어려운 단점이 있다.
탑형 반응기	반응 물질을 탑 내부에 도입시키고 탑저로부터 반응 가스를 연속적으로 불어 넣어 반응을 진행시키는 것이다.
유동층형 반응기	원통상 용기에 고체입자층매를 충전하고 용기 아래쪽에서 원료기체를 불어 넣으면 층매가 유동 상태로 되어 반응이 원활히 행해지는 반응기이다.

##### ② 조작 방식에 의한 분류

종류	내용
회분식 반응기	소량 다품종 생산에 적합한 반응기로 교반을 행하면서 반응을 진행시켜 소정의 시간이 지나면 조작을 멈추고 생성물을 모두 끄집어 내는 것이다.
반회분식 반응기	하나의 반응 물질을 맨 처음에 집어넣고 반응이 진행됨에 더불어 다른 물질을 첨가하는 조작, 또는 원료를 넣은 후 <u>반응의 진행과 함께 반응 생성물을 연속적으로 배출한다.</u>
연속식 반응기	<u>원료의 공급과 생성물의 배출을 연속적으로 행하는 형식의 반응기이며,</u> 반응기내의 농도, 온도, 압력 등은 시간적인 변화가 없고, 노무비의 절감, 제품 품질의 변동이 적은점, 자동제어가 쉬운 이점이 있다.



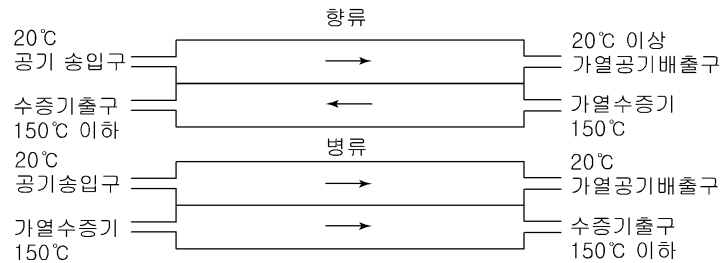
### ③ 반응기의 특성

구분	내용
반응폭발에 영향을 미치는 요인	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 냉각 시스템</li> <li>• 반응온도</li> <li>• 교반상태</li> </ul>
반응기 안전설계 시 고려할 주요요소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 상(Phase)의 형태(고체, 액체, 기체)</li> <li>• 온도범위</li> <li>• 운전압력</li> <li>• 부식성</li> <li>• 체류시간 및 공간속도</li> <li>• 열전달</li> <li>• 온도조절</li> <li>• 조작방법</li> </ul>

## (2) 열 교환기

### ① 열 교환기의 원리

고온유체와 저온유체와 사이에서 열을 이동시키는 장치로서 온도차를 이용하여 가열, 냉각, 증발 및 응축시키는 것이다.



### ② 기능별 분류

구분	기능
1) 열 교환기(Heat Exchanger)	폐열의 회수
2) 냉각기(Cooler)	고온측 유체의 냉각
3) 가열기(Heater)	저온측 유체의 가열
4) 응축기(Condenser)	증기의 응축
5) 증발기(Vaporizer)	저온측 유체의 증발

### ③ 구조별 분류

- ㉠ 코일(Coil)식
- ㉡ 이중관식
- ㉢ 다관식(고정관판식, 유동관판식, U자형관판식등)

④ 열교환기의 점검

일상점검 항목	개방점검 항목
<ul style="list-style-type: none"> <li>• 도장부 결함 및 벗겨짐</li> <li>• 보온재 및 보냉재 상태</li> <li>• 기초부 및 기초 고정부 상태</li> <li>• 배관 등과의 접속부 상태</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 내부 부식의 형태 및 정도</li> <li>• 내부 관의 부식 및 누설 유무</li> <li>• 용접부 상태</li> <li>• 라이닝, 코팅, 개스킷 손상 여부</li> <li>• 부착물에 의한 오염의 상황</li> </ul>

⑥ 열교환기의 열 교환 능력을 향상시키는 방법

- ㉠ 유체의 유속을 적절히 한다.
- ㉡ 유체의 흐름을 향류형으로 한다.
- ㉢ 열교환기의 입구와 출구의 온도차를 크게 한다.
- ㉣ 열전도율이 높은 재료를 사용한다.
- ㉤ 절연면적을 크게 한다.
- ㉥ 유체의 이동길이를 짧게 한다.

## 2. 건조설비 등

(1) 건조설비의 구성

건조설비: 습기가 있는 재료를 처리하여 수분을 제거하고 조작하는 기구

구분	내용
구조부분	기초부분(바닥콘크리트, 철골, 보온판), 몸체, 내부 구조물 등
가열장치	열원공급장치, 열순환용 송풍기 등
부속설비	전기설비, 환기장치, 온도조절장치, 소화장치, 안전장치 등

(2) 건조설비를 설치하는 건축물의 구조

- ① 건조실을 설치하는 건축물의 구조는 독립된 단층건물로 하여야 한다.  
(건조실을 건축물 최상층에 설치하거나 내화구조인 경우 제외)

② 설치 대상

구분	기준
위험물질을 가열·건조하는 경우	내용적 1m³ 이상인 건조설비
위험물이 아닌 물질을 가열·건조하는 경우	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 고체, 액체연료의 최대사용량 시간당 10kg이상</li> <li>• 기체연료 최대사용량 시간당 1m³ 이상</li> <li>• 전기사용 정격용량 10kW 이상</li> </ul>



#### (4) 건조설비의 구조 기준

- ① 건조설비(유기과산화물을 가열 건조하는 것은 제외)의 외부, 내면과 내부의 선반이나 틀은 불연성 재료로 만들 것
- ② 건조설비의 측벽이나 바닥은 견고한 구조로 할 것
- ③ 건조설비는 그 상부를 가벼운 재료로 만들고 주위상황을 고려하여 폭발구를 설치할 것
- ④ 건조시 발생하는 가스·증기 또는 분진을 안전한 장소로 배출시킬 수 있는 구조로 할 것
- ⑤ 액체연료 또는 인화성 가스를 열원의 연료로 사용하는 건조설비는 점화하는 경우에는 폭발이나 화재를 예방하기 위하여 연소실이나 그 밖에 점화하는 부분을 환기시킬 수 있는 구조로 할 것
- ⑥ 건조설비의 내부는 청소하기 쉬운 구조로 할 것
- ⑦ 감시창·출입구 및 배기구 등의 개구부는 발화 시에 불이 다른 곳으로 번지지 아니하는 위치에 설치하고 필요한 경우에는 즉시 밀폐할 수 있는 구조로 할 것
- ⑧ 내부의 온도가 국부적으로 상승하지 않는 구조로 설치할 것
- ⑨ 건조설비의 열원으로서 직화를 사용하지 아니할 것
- ⑩ 열원으로서 직화를 사용하는 경우에는 불꽃 등에 의한 화재를 예방하기 위하여 덮개를 설치하거나 격벽을 설치할 것

#### (5) 건조설비의 사용 시 준수사항

- ① 위험물건조설비를 사용하는 때에는 미리 내부를 청소하거나 환기할 것
- ② 위험물건조설비를 사용하는 때에는 건조로 인하여 발생하는 가스·증기 또는 분진에 의하여 폭발·화재의 위험이 있는 물질을 안전한 장소로 배출시킬 것
- ③ 위험물건조설비를 사용하여 가열건조하는 건조물은 쉽게 이탈되지 아니하도록 할 것
- ④ 고온으로 가열건조한 가연성 물질은 발화의 위험이 없는 온도로 냉각한 후에 격납시킬 것
- ⑤ 건조설비(외면이 현저하게 고온이 되지 아니하는 것을 제외한다)에 근접한 장소에는 가연성 물질을 두지 아니하도록 할 것
- ⑥ 건조설비에 대하여 내부의 온도를 수시로 측정할 수 있는 장치를 설치하거나 내부의 온도가 자동으로 조정되는 장치를 설치하여야 한다.

### 3. 안전장치

#### (1) 안전밸브의 설치

설비나 배관의 압력이 설정압력을 초과하는 경우 자동적으로 작동하는 것으로 종류로는 스프링식과 중추식이 있고, 화학설비에는 스프링식을 많이 사용하고 있다.

##### ① 안전밸브 및 파열판 설치대상 설비

- ㉠ 압력용기(안지름이 150밀리미터 이하인 압력용기는 제외)
- ㉡ 정변위 압축기
- ㉢ 정변위 펌프(토출측에 차단밸브가 설치된 것만 해당)
- ㉣ 배관(2개 이상의 밸브에 의하여 차단되어 대기온도에서 액체의 열팽창에 의하여 파열될 우려가 있는 것)
- ㉤ 그 밖의 화학설비 및 그 부속설비로서 해당 설비의 최고사용압력을 초과할 우려가 있는 것

##### ② 다단형 압축기 또는 직렬로 접속된 공기압축기에 대해서는 각 단 또는 각 공기압축기별로 안전밸브 등을 설치

##### ③ 안전밸브의 검사주기

구분	주기
1) 화학공정 유체와 안전밸브의 디스크 또는 시트가 직접 접촉될 수 있도록 설치된 경우	매년 1회 이상
2) 안전밸브 전단에 파열판이 설치된 경우	2년마다 1회 이상
3) 공정안전보고서 제출 대상으로서 고용노동부장관이 실시하는 공정안전보고서 이행상태 평가결과가 우수한 사업장의 안전밸브의 경우	4년마다 1회 이상

#### (2) 안전밸브등의 작동요건

##### ① 보호하려는 설비의 최고사용압력 이하에서 작동되도록 한다. 다만, 안전밸브 등이 2개 이상 설치된 경우에 1개는 최고사용압력의 1.05배(외부화재를 대비한 경우에는 1.1배) 이하에서 작동되도록 설치

##### ② 안전밸브 등의 배출용량

각각의 소요분출량을 계산하여 가장 큰 수치를 해당 안전밸브 등의 배출용량으로 한다.

##### ③ 차단밸브의 설치 금지

안전밸브 등의 전단·후단에 차단밸브를 설치해서는 아니 된다.

##### ④ 자물쇠형 또는 이에 준하는 형식의 차단밸브를 설치가능 대상

- ㉠ 인접한 화학설비 및 그 부속설비에 안전밸브 등이 각각 설치되어 있고, 연결배관에 차단밸브가 없는 경우
- ㉡ 안전밸브 등의 배출용량의 2분의 1 이상에 해당하는 용량의 자동압력조절밸브와 안전밸브 등이 병렬로 연결된 경우
- ㉢ 화학설비 및 그 부속설비에 안전밸브 등이 복수방식으로 설치된 경우
- ㉣ 예비용 설비를 설치하고 각각의 설비에 안전밸브 등이 설치된 경우

- ㉔ 열팽창에 의해 상승된 압력을 낮추기 위한 안전밸브가 설치된 경우
- ㉕ 하나의 플레어 스택에 둘 이상의 단위공정의 플레어 헤더를 연결하여 사용하는 경우로서 각각의 플레어헤더에 설치된 차단밸브의 열림·닫힘 상태를 중앙제어실에서 알 수 있도록 조치한 경우

### (3) 파열판(Rupture disk)

밀폐된 압력용기나 화학설비 등이 내압 시험압력 이상으로 압력이 상승하면 용기의 파열을 막기 위해서 내압시험압력 이하의 설정압력에서 터지도록 한 것이다.

#### ① 파열판의 특징

- ㉑ 분출량이 많다.
- ㉒ 압력 릴리이프 속도가 빠르다.
- ㉓ 유체가 새지 않는다.
- ㉔ 높은 점성, 슬릴리나 부식성 유체에 적용할 수 있다.
- ㉕ 구조가 간단하다.

#### ② 파열판의 설치 대상

- ㉑ 반응 폭주 등 급격한 압력 상승 우려가 있는 경우
- ㉒ 급성 독성물질의 누출로 주위의 환경을 오염시킬 우려가 있는 경우
- ㉓ 이상 물질이 누적되어 안전밸브가 작동되지 않을 우려가 있는 경우

#### ③ 파열판 및 안전밸브의 직렬설치

급성독성물질이 지속적으로 외부에 유출될 수 있는 화학설비 및 그 부속설비에 파열판과 안전밸브를 직렬로 설치하고 그 사이에는 압력지시계 또는 자동경보장치를 설치하여야 한다.

### (4) 대기 밸브(Breather valve)

#### ① 대기밸브의 정의

인화성 물질의 저장탱크 내의 압력과 대기압과의 사이에 차이가 발생하였을 때 대기를 탱크 내에 흡입하고 또는 탱크 내의 압력을 밖으로 방출해서 항상 탱크 내를 대기압과 평형한 압력으로 해서 탱크를 보호하고 있는 것

#### ② 설치 및 유지보수

- ㉑ 인화성 액체를 저장·취급하는 대기압탱크에는 통기관 또는 통기밸브(breather valve) 등을 설치하여야 한다.
- ㉒ 통기설비는 정상운전 시에 대기압탱크 내부가 진공 또는 가압되지 않도록 충분한 용량의 것을 사용하여야 하며, 철저하게 유지·보수를 하여야 한다.

### (5) 화염방지기(Flame arrestor)

#### ① 화염방지기의 설치 목적

Flame arrestor는 비교적 저압 또는 상압에서 가연성 증기를 발생하는 유류를 저장하는 탱크로서 외부에 그 증기를 방출하거나 탱크 내에 외기를 흡입하거나 하는 부분에 설치하는 것으로 40mesh 이상의 가는 눈이 있는 철망을 여러 개 겹쳐서 소염거리를 이용해 화염의 차단 목적을 한 것이다.

## ② 소염소자식 화염방지기의 구조

구분	내용
본체	금속제로서 내식성이 있어야 하며, 폭발 및 화재로 인한 압력과 온도에 견딜 수 있어야 한다.
소염소자	내식성이 있고, 1000℃ 이상에서 변형 등이 없는 내열성이 있는 재질이어야 하며, 이물질 등의 제거를 위한 정비작업이 용이하여야 한다.
가스킷	내식·내열성 재질이어야 한다.
모든 접합부	화염이 소염소자를 우회하지 않고, 방지장치의 내부로 전파되지 않는 구조이거나 밀봉되어야 한다.

황화수소, 황성분등이 함유된 가스가 배관 내에서 자연발화성 물질로 전환될 우려가 있는 경우에는 소염소자식 화염방지기를 사용할 수 없다.

## ③ 설치 위치 및 방법

- ㉠ 인화성 액체 및 인화성 가스를 저장 취급하는 화학설비에서 증기나 가스를 대기로 방출하는 경우에는 외부로부터의 화염을 방지하기 위하여 화염방지기를 그 설비 상단에 설치하여야 한다.
- ㉡ 대기로 연결된 통기관에 통기밸브가 설치되어 있거나, 인화점이 섭씨 38도 이상 60도 이하 인 인화성 액체를 저장·취급할 때에 화염방지 기능을 가지는 인화방지망을 설치한 경우에는 그러하지 아니하다.

## (6) 벤트스택(Ventstack)

- ① 탱크 내의 압력을 정상인 상태로 유지하기 위한 안전장치
  - ㉠ 상압탱크 등의 직사일광에 의한 온도상승에서 탱크 내의 공기를 자동적으로 대기에 방출하여 내압상승을 방지하는 목적으로 설치된 것
  - ㉡ 액체 저조류(貯槽類)의 내압상승시 압력빼기를 위해 기상부분(氣相部分)에 설치되어 있는 것
- ② Ventstock에는 그 선단부가 직접대기로 방출된 것, 수봉장치에 부착된 것, Flarestock에 도입되어 있는 것 등이 있다.
- ③ Ventstock 중 가연성가스, 증기 등을 직접대기 중에 방출하는 경우에는 그 선단이 가급적 지상보다 높게 하고, 안전한 장소에 설치되어 있을 것

## (7) 방유제

저장탱크에서 위험물질이 누출될 경우에 외부로 확산되지 못하게 함으로서, 주변의 건축물, 기계·기구 및 설비 등을 보호하기 위하여 위험물질 저장탱크 주위에 설치하는 지상방벽 구조물

- ① 방유제의 유효용량
  - ㉠ 하나의 저장탱크에 설치하는 방유제 내부의 유효용량은 저장탱크의 용량 이상
  - ㉡ 둘 이상의 저장탱크에 설치하는 방유제 내부의 유효용량은 용량이 가장 큰 저장탱크 하나 이상의 용량이상
- ② 방유제와 저장탱크 사이의 거리
 

방유제 내면과 저장탱크 외면사이의 거리는 1.5m 이상을 유지

### ③ 방유제의 구조

- ㉠ 철근콘크리트 또는 흙담 등으로서 누출된 위험물질이 방유제 외부로 누출되지 않아야 하며 위험물질에 의한 액압(위험물질의 비중이 1 이하인 경우에는 수두압)을 충분히 견딜 수 있는 구조
- ㉡ 방유제 주위에는 근로자가 안전하게 방유제 내, 외부에서 접근할 수 있는 계단이나 경사로 등을 설치하여야 하며, 4단 이상인 계단의 개방된 측면에는 안전난간을 설치하여야 한다.
- ㉢ 내부 바닥은 누출된 위험물질을 처리할 수 있도록 저장탱크의 외면에서 방유제까지 거리 또는 15m 중 더 짧은 거리에 대해 1% 이상 경사 유지
- ㉣ 방유제 내면 및 방유제 내부 바닥의 재질은 내식성이 있어야 한다.
- ㉤ 방유제는 외부에서 방유제 내부를 볼 수 있는 구조로 설치하거나 내부를 볼 수 없는 구조인 경우에는 내부를 감시할 수 있는 감시창 또는 CCTV 카메라 등을 설치

### ④ 방유제 관통 배관

- ㉠ 방유제를 관통하는 배관은 부등침하 또는 진동으로 인한 과도한 응력을 받지 않도록 조치하여야 한다.
- ㉡ 방유제를 관통하는 배관 보호를 위하여 슬리브(Sleeve) 배관을 묻어야 하며 슬리브 배관과 방유제는 완전 밀착되어야 하고, 배관과 슬리브 배관 사이에는 충전물을 삽입하여 완전 밀폐하여야 한다.

### ⑤ 방유제 내부의 배수처리

- ㉠ 방유제 내부의 빗물 등을 외부로 배출하기 위한 배수구를 설치하여야 하며, 이를 개폐하는 밸브 등을 방유제의 외부에 설치하여야 한다.
- ㉡ 개폐용 밸브 등은 빗물 등을 배출하는 경우를 제외하고는 항상 잠겨져 있어야 하며, 이를 쉽게 확인할 수 있는 잠금장치, 꼬리표 등을 설치
- ㉢ 방유제 내부에 있는 탱크, 배관 등을 보온하기 위해 사용한 스팀의 응축수를 배출하기 위한 배출구는 방유제 외부에 설치하여야 한다. 다만, 방유제 내부에 응축수 배출설비(배출 포트의 높이가 방유제 높이 이상이고 배출 포트를 통하여 위험물질이 방유제 외부로 배출되지 않은 구조로 설치된 경우에 한한다)를 설치한 경우에는 그러하지 아니 한다.

### ⑥ 방유제 내부의 설비

방유제 내부에는 방유제 내부에 설치하는 저장탱크를 위한 배관(저장탱크의 소화설비를 위한 배관을 포함한다), 조명설비, 가스누출감지경보기(감지부에 한한다), 계기시스템 등 안전성 확보에 필요한 설비 외에는 다른 설비를 설치하여서는 아니 된다.