

저장탱크 취급자 가이드 라인

- 영국 안전보건청(HSE) 자료를 중심으로 -

2019. 11.

한 국 산 업 안 전 보 건 공 단

목 차

1. 제어 조치	1
1-1. 환기	1
1-2. 장외 위험성에 대한 제어	1
1-3. 점화원 제어	2
1-4. 탱크의 위치와 배치	3
1-5. 지상탱크	4
1-6. "소형"탱크의 이격거리	5
1-7. "소형" 탱크 그룹의 이격거리	6
1-8. 대형탱크의 이격거리	8
 2. 설계 및 시공	 9
2-1. 탱크 디자인	9
2-2. 부식 방지	11
2-3. 탱크 배관공사	12
2-4. 밸브	13
2-5. 펌프	14
2-6. 내용물 측정	15
2-7. 통기구	17
2-8. 내용물 접지 : 정전기	19
2-9. 방류벽	20
2-10. 용량	21
2-11. 벽과 바닥	22
2-12. 조명	24
2-13. 검사 및 유지관리	24
2-14. 작업허가 시스템	26
2-15. 표지판	27

1

제어 조치[Control measures]

1.1 환기[Ventilation]

[설치]

- 환기가 잘되면 유출, 누출 또는 방출로 인한 가연성 증기가 급속히 분산되며, 저장탱크, 이송설비, 통기관 등을 대기 중에 방해받지 않는 위치에 설치하는 것이 중요하다.
- 위험 물질을 최대한으로 분산시켜 폭발 환경과 폭발 범위를 제한한다.
- 특정 기능은 건물, 구덩이 및 날씨 보호 기능을 제공하는 구조물과 같은 위험한 물질의 방출을 즉시 분산시키는 데 영향을 준다.
- 사업주는 다음 사항을 확인해야 한다.

- ▶ 충분한 이격거리 확보
 - ▶ 위험 물질의 적절한 분산 설계
 - ▶ 필요한 경우, 점포는 점령 된 건물 및 취약 인구로부터 증기를 배출시키기 위한 등급화
- (예 : 고정 액화 가스 용기로부터의 액체 누출의 안전한 분산을 제공하기 위해)

1.2 장외 위험성에 대한 제어[Controls for off-site risks]

[환경피해]

- 화재의 유무에 관계없이 인화성 액체의 유출로 인한 환경 피해를 초래할 수 있는 잠재적 영향에 대해서도 고려해야 하며, 환경 위험평가에 대한 자료는 환경 기관에서 얻을 수 있다.

[화재발생]

- 화재가 발생하는 경우, 소방용수 유입으로 정상적이 배수설비 기능에 큰 부담을 줄 수 있다.
- 지역 시설물의 오염 위험을 최소화하기 위해 특히, 대형 시설에서는 조집기(interceptor) 또는 특수 배수 설비가 필요할 수 있다.
- 작업장에서 필요한 적절한 비상 절차는 해당 기관 및 지역 소방당국과 상의해 수립할 필요가 있다.
 - 관련지침은 아래를 참고한다.

- ▶ Environment Agency/SEPA Pollution Prevention Guidelines: Managing fire and water major spillages PPG18
- ▶ Control of fire-water run-off from CIMAH sites to prevent environmental damage EH70
- ▶ Containment systems for the prevention of pollution CIRIA

[중대사고]

- 공식적인 장내·외 비상계획은 중대사고 예방제도(COMAH)에 따라 수립하고, 중대사고에 대한 비상계획은 『COMAH 1999 HSG191』 참고한다.

1.3 점화원 제어(Control of ignition sources)

[점화원 차단]

- 정상 작동 중이거나 예상치 못한 유·누출로 인해 점화 조건이 형성되는 구역을 위험구역이라고 하며, 이 구역에는 점화원을 차단하는 조치가 필요하다

- 일반적인 점화원은 다음과 같으며, 관련 내용은 『BS EN 1127-1』 참고한다.

- ▶ 비보호 전기 및 기계 설비
- ▶ 용접 및 절단 설비를 포함한 화염
- ▶ 흡연 물질
- ▶ 내연 기관 차량
- ▶ 뜨거운 표면
- ▶ 마찰 가열 또는 스파크
- ▶ 정전기
- ▶ 번개

1.4 탱크의 위치와 배치[Location and layout of tanks]

[저장탱크 이격거리]

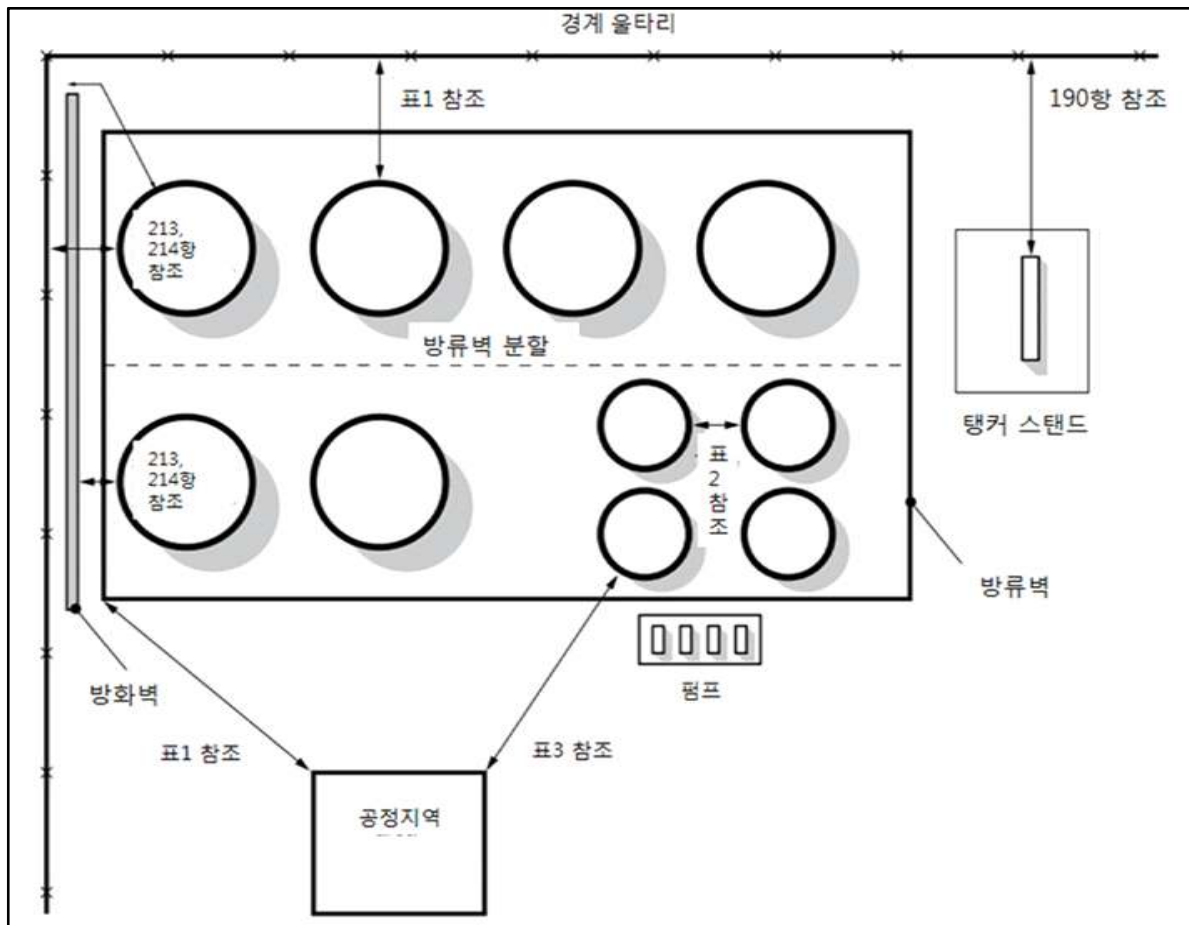
- 하나 또는 두 개 이상의 탱크의 위치를 선정할 때 저장탱크의 이격거리는 다음을 고려한다.

- ▶ 사업장 경계 및 취약인구, 민감한 환경 시설 등과 같은 외부 수용체
- ▶ 사업장 내 건물의 종류
- ▶ 고정 점화원
- ▶ 다른 위험물의 저장탱크 및 공정 시설·설비
- ▶ 도로 또는 철도 탱크 이송 시설

1.5 지상탱크(Tanks above ground)

[저장탱크 이격거리]

- 지상탱크는 사업장 경계, 사용 중 건물, 점화원 및 공정 구역과 분리되고, 환기가 잘되는 곳에 설치한다.
- 저장탱크의 일반적인 레이아웃은 그림 1을 참고하고, 탱크의 배치는 항상 비상조치에 필요한 접근성을 고려한다.
- 수직형 탱크는 일반적으로 지면에 직접 접한 적절한 기초면에 설치하며, 수평형 탱크는 통상 지면 위의 안장(saddle)에 설치한다. 어떤 경우에는 펌프의 흡입양정(suction head)을 제공하거나, 자연 낙하에 의한 배출을 위해 탱크를 상부로 올리되, 최소화 한다.



*출처: 국외 저장탱크 화학사고 사례연구집(화학물질안전원) p76.

<그림 1> 이격거리를 보여주는 저장탱크의 일반적인 배치

[이격거리 설정 1]

- 이격거리는 다양한 요인에 따라 다르지만, 주로 탱크의 용량에 관련이 있으며, 이격거리에 대한 자료는 일반적으로 중·소형 화학 공정과 관련된 소형탱크, 정제시설 및 기타 대규모 저장시설과 관련된 대형탱크를 참고한다.

[이격거리 설정 2]

- 아래 표 1에서 권장하는 이격거리는 표준 조건에 대한 일반적인 산업실무를 근거로 하였으며, 그 외는 화재 결과 모델링을 수행하여 특정 상황에 필요한 이격거리를 결정할 수 있다.

1.6 ‘소형’ 탱크의 이격거리(Separation distances for ‘small’ tanks)

[소형탱크의 이격거리]

- 이 지침에서 소형탱크는 직경이 10 m 미만인 탱크로 간주한다. 표 1은 단일 소형탱크의 최소 권장 이격거리이다. 이러한 이격거리는 일반적인 산업 실무에 근거하며, 최소 이격거리는 탱크의 모든 지점과 건물, 경계, 공정 장치 또는 고정 점화원 간의 최소 거리이다.

<표 1> 사업장 경계, 건물, 공정 지역 및 고정 점화원과 단일 소형탱크의
권장 최소 이격거리

탱크 용량(m³)	이격거리(m)
1 이하	1*
1 초과 5 이하	4
5 초과 33 이하	6
33 초과 100 이하	8
100 초과 205 이하	10
250 초과	15

* 다만, 문, 유리창문, 개구부 또는 탈출 수단으로부터 최소 2 m를
유지하고, 수직 거리에 관계없이 상부층의 개구부 아래는 설치 불가

1.7 ‘소형’ 탱크 그룹의 이격거리[Separation distances for groups of ‘small’ tanks]

[소형탱크 그룹]

○ 소형탱크는 그룹화할 수 있으며, 인접한 탱크가 표 1에
주어진 이격거리 내에 있으면 탱크는 그룹의 일부분으로
간주된다. 이 경우, 그룹의 총 용량은 8,000 m³ 이하이어야 하며
탱크는 모두 소방 활동에 접근이 용이하도록 배치되어야 한다.

[그룹 간 이격거리 1]

○ 그룹 내 개별 탱크 간의 권장 최소 이격거리는 표 2를
참고한다. 그룹 내의 한 탱크에 심각한 화재가 발생하면
이러한 탱크 간

거리가 인접한 탱크의 손상 또는 파괴를 막지는 않으나, 이격거리는 비상사태 절차가 이행되고 사고로 위협 받는 지역에서 사람들이 대피할 수 있는 충분한 시간을 확보해야 한다.

<표 2> 소형탱크 그룹 내 탱크 간 최소 이격거리

탱크 크기	탱크 사이의 권장 이격거리
100 m ³ 이하	안전한 설치 및 운영에 필요한 최소거리
100 m ³ 초과 & 10 m 미만	2 m 이상

[그룹 간 이격거리 2]

- 사업장 경계, 건물, 공정 구역 및 고정 점화원으로부터 이격거리를 결정할 목적으로 소형탱크 그룹을 하나의 탱크로 간주할 수 있다. 소형탱크 그룹에 대한 최소 권장 이격거리는 표 3을 참고하고, 인접한 소형탱크 그룹 사이의 최소 권장 이격거리는 15 m이다.

<표 3> 사업장 경계, 건물, 공정 구역 및 고정 점화원으로부터의 '소형'탱크 그룹간 최소 권장 이격거리

그룹의 총 용량(m ³)	이격거리(m)
3 이하	1*
3 초과 15 이하	4
15 초과 100 이하	6
100 초과 300 이하	8
300 초과 750 이하	10
750 초과 8000 이하	15

* 다만, 문, 유리창문, 개구부 또는 탈출 수단으로부터 최소 2 m를 유지하고, 수직 거리에 관계없이 상부층의 개구부 아래는 설치 불가

1.8 ‘대형’ 탱크의 이격거리[Separation distances for ‘large’ tanks]

[대형탱크의 이격]

- 대형탱크에 대한 최소 권장 이격거리는 표 4를 참고한다. 이 표는 에너지 연구소의 Model code of safe practice part 19(정유 정제시설 및 대량 저장 시설에서의 화재 예방 조치)를 근거로 한 것이다.

<표 4> 대형탱크의 최소 이격거리

구 분	탱크의 모든 부분에서 최소 이격거리
인접한 고정 지붕식 탱크 간	아래의 거리 중 최소거리 - 인접탱크 중 더 작은 탱크의 지름 - 인접탱크 중 더 큰 탱크의 반지름 - 15 m(단, 10 m 이상)
인접한 부상 지붕식 탱크 간	인접한 탱크 중 더 큰 탱크의 지름이, - 45 m 이하인 탱크의 경우 10 m - 45 m 초과인 탱크의 경우 15 m
부상 지붕식 탱크와 고정 지붕식 탱크 간	아래의 거리 중 최소거리 - 인접탱크 중 더 작은 탱크의 지름 - 인접탱크 중 더 큰 탱크의 반지름 - 10 m 이상
소형탱크 그룹과 그룹 외부 탱크	15 m
탱크와 부지 경계 사이에 지정된 모든 비 위험 구역, 공정 구역 또는 고정 점화원	15 m

2

설계 및 시공(Design and construction)

2.1 탱크 디자인(The design of the tank)

[저장탱크 설계]

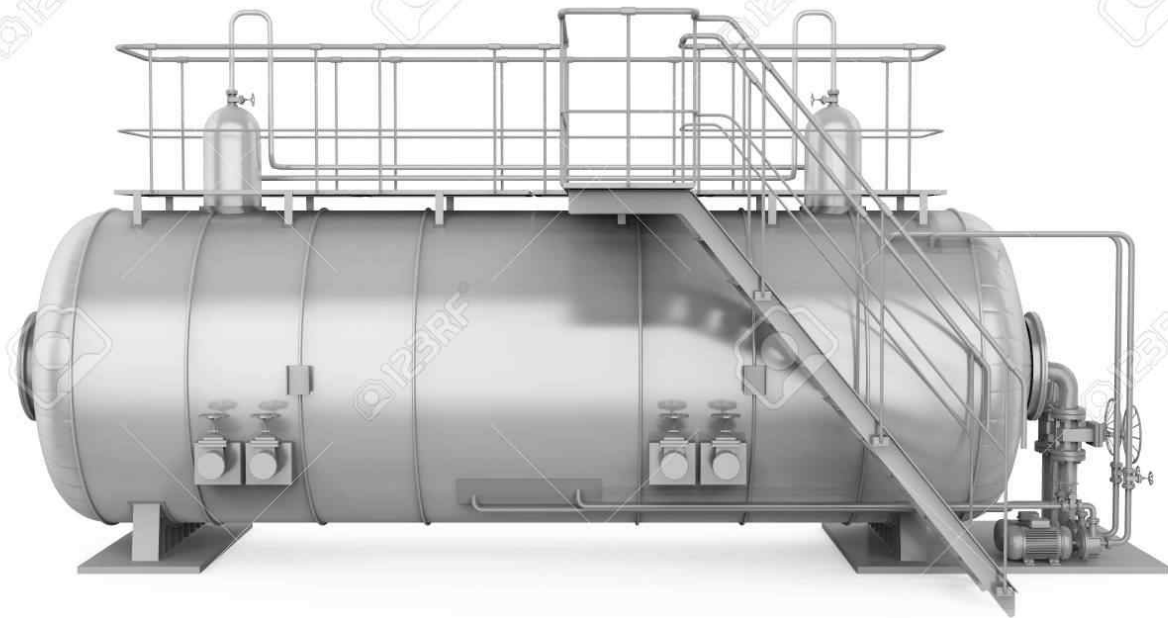
- 기계적 안정성을 보장하기 위해 저장탱크는 영국, 유럽 또는 국제 표준(참조 절의 목록 참조)에 따라 설계 및 설치되어야 한다.

[지상탱크 설치]

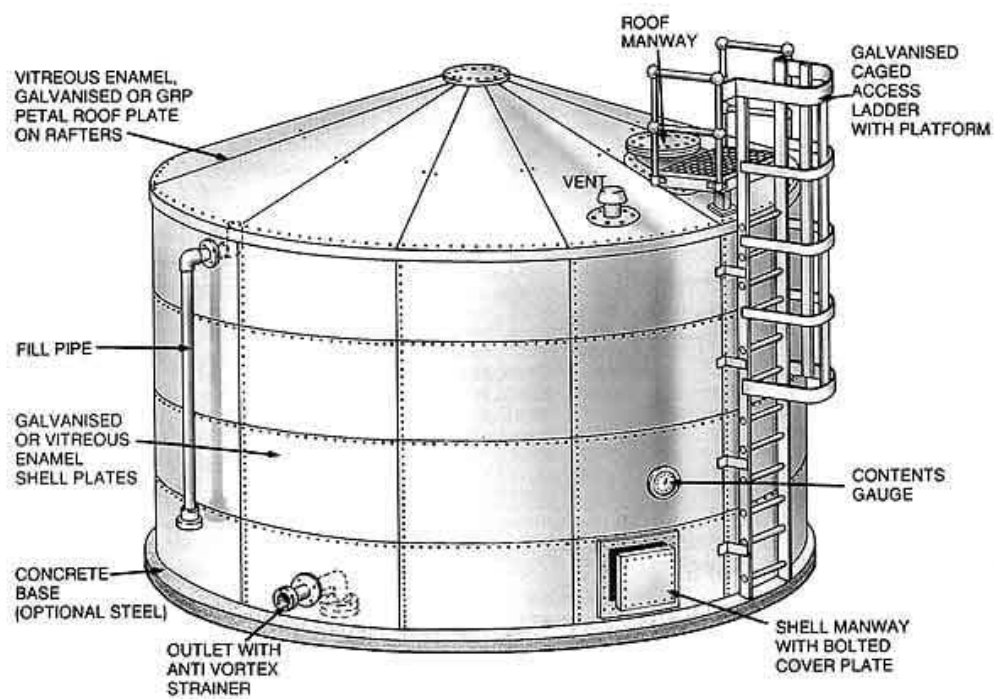
- 지상탱크는 일반적으로 근처에 발생한 화재의 직접적인 화염 충돌 침해 또는 복사열의 영향을 단기간 견딜 수 있는 재료로 제작되어야 한다.
- 유리 섬유강화 플라스틱(GRP) 탱크가 지상에 설치되는 경우, 화재로 인해 즉시 손상 받지 않도록 추가적인 예방 조치가 필요할 수 있다. GRP에 대한 가이드는 HSE 지침 『Glass reinforced plastic vessels and tanks PM75 and Thermoplastic tank integrity management PM86』 참고한다.

[저장탱크 설치 예]

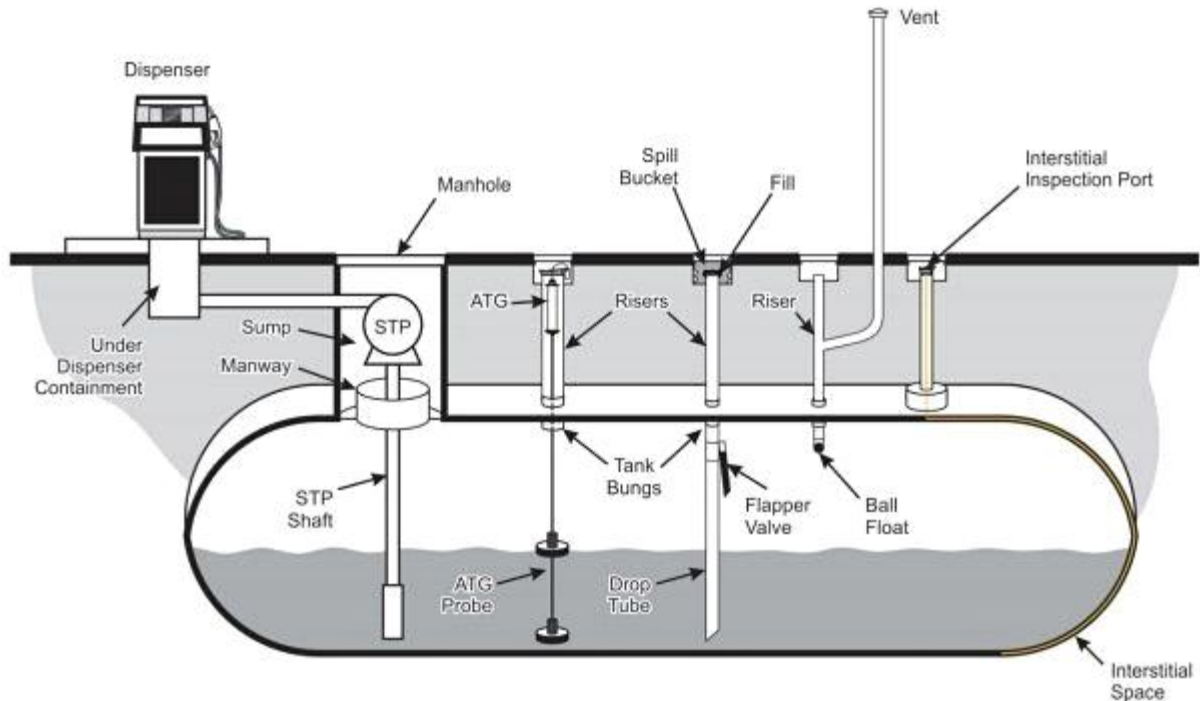
- 그림 2 및 그림 3은 수평형 및 수직형 탱크 설치의 예를 보여주며, 그림 4는 일반적인 지하탱크 설치를 나타낸다.



<그림 2> 일반적인 수평형 저장탱크



<그림 3> 일반적인 수직형 저장탱크



<그림 4> 일반적인 지하 저장탱크

2.2 부식 방지(Corrosion protection)

[부식의 원인 및 방지]

- 부식은 장비 고장의 주요 원인 중 하나로, 노출된 금속 표면에서 내·외부에서 발생할 수 있다. 부식은 페인트 또는 기타 코팅으로 보호될 수 있으며(BS EN ISO 12944-1 참조), 전기 방식법(cathodic protection)은 추가적인 예방 조치로 사용될 수 있다(국제표준 AP 620참조)
- 내화학적 코팅 또는 도료를 사용할 수 있는데, 이들은 일반적으로 필요한 두께로 다층으로 분사·분무 처리하며, 코팅제는 탱크를 설치하기 전에 두께, 연속성 및 경도를 검사해야 한다. 지하탱크의 경우 관련 기준(BS 3416, BS6949)에 따라 역청코팅을 할 수 있다.

2.3 탱크 배관 공사(Pipework to and from tank)

[배관의 설치]

- 배관은 지상이나 지하에 설치될 수 있지만, 지상에 설치되는 것이 바람직하며, 배관 작업을 할 때의 주요사항은 다음과 같다

[화재발생]

- ▶ 기계적 안전성 보장
- ▶ 직경과 길이를 가능한 한 최소로 유지
- ▶ 충격으로부터 적절히 보호되도록 조치

[배관의 안전성]

- 관의 기계적 안전성을 위해 밸브 씰(seal) 및 플랜지 개스킷(flange gasket)을 포함한 모든 배관 시스템의 부품은 취급물질에 대하여 내식성 재질로 제작되어야 하며, 미국기계학회(American Society of Mechanical Engineers) 기준에 따른 배관으로 설치한다.

[배관의 운영]

- 배관에 있는 액체(예 : 차단밸브 사이)의 열팽창으로 인해 배관 작업시 압력 상승으로 인한 위험이 있으며, 위험을 평가하여, 그 위험성을 최소화하기 위해 적절한 운영 절차를 마련해야 한다.
- 대안으로, 탱크 인화성 액체를 탱크나 배수조, 용기 등과 같은 안전한 장소로 회수처리 하기 위해 유압식 릴리프 밸브(relieve valve)를 설치한다.

2.4 밸브[Valves]

[밸브 설치]

- 탱크에 연결된 파이프는 누설의 원인이 될 수 있으므로 적절한 차단 밸브(BS EN ISO 10497에 따른 시험 시 화재에 안전)가 설치되어야 한다.
- 차단 밸브는 방류벽 내부, 탱크 가까이에 설치한다.
- 탱크 충전 배관도 방류벽 외부에 설치하고, 충전 연결부에 가까운 곳에 차단 밸브가 설치되어야 한다.
- 탱크의 하부로 충전배관이 설치된 경우 역류 방지 밸브도 장착되어야 한다.

[안전장치]

- 특정조건에 따라 저장탱크로 취급 물질이 역류하는 것을 방지하기 위해 자동 이중 블록 및 블리드 시스템(double block and bleed system)을 설치하거나 응급시 안전하게 차단하기 위한 추가적인 차단 밸브 등이 필요할 수 있다.
- 주요 밸브에는 필요시 기능과 작동 방법을 표시하는 라벨을 부착해야 한다.

[응급차단 밸브]

- 응급 상황시 차단 밸브를 신속히 닫을 수 있어야 하며, 원격조작 차단 밸브가 필요할 수 있다.
- 전기 공압 신호로 작동되거나 지상에서 레버를 조작하여 원격으로 작동할 수 있다.

- 정전이 발생한 경우 원격조작 차단 밸브가 계속 작동되거나, Fail-safe 기능으로 되어야 한다.
- 유해물질의 비상 차단을 위한 원격조작 차단 밸브선정은 『실무표준 HSG244』 참고한다.
- 주요 밸브에는 필요시 기능과 작동 방법을 표시하는 라벨을 부착해야 한다.

[점검]

- 모든 차단 밸브는 올바르게 작동되는지 정기적으로 검사해야 한다.

2.5 펌프(Pumps)

[펌프의 설치]

- 펌프는 방류벽 내의 화재나 유출로 인한 펌프의 손상을 방지하고 유지 보수 및 접근을 용이하게 하기 위하여 잠재적인 점화원이므로 가급적 환기가 잘 되고, 방류벽 외부 및 불침투성 바닥 등에 설치해야 한다.
- 펌프와 탱크 및 기타설비 간 필요한 이격거리는 『IP15 Area classification code for petroleum installation handling flammable fluids』 참고한다.

[배수시설]

- 펌프씼(seal)에서 누출된 물질은 배수받침대(dip tray)나 안전한 장소에 있는 배수설비로 배출되어야 한다.

[안전장치]

- 펌프실(room)에 적절한 수준의 자연 환기나 안전한 장소에 기계적인 통풍이 있는 경우 펌프를 펌프실(room)에 설치할 수 있다.
- 환기가 적절히 이루어지지 않는 경우 펌프가 작동되지 않도록 연동장치(interlock)를 설치해야 한다.
- 펌프가 작동하지 않아 위험을 초래할 우려가 있는 경우 경보장치를 설치해야 한다.

[펌프 제어]

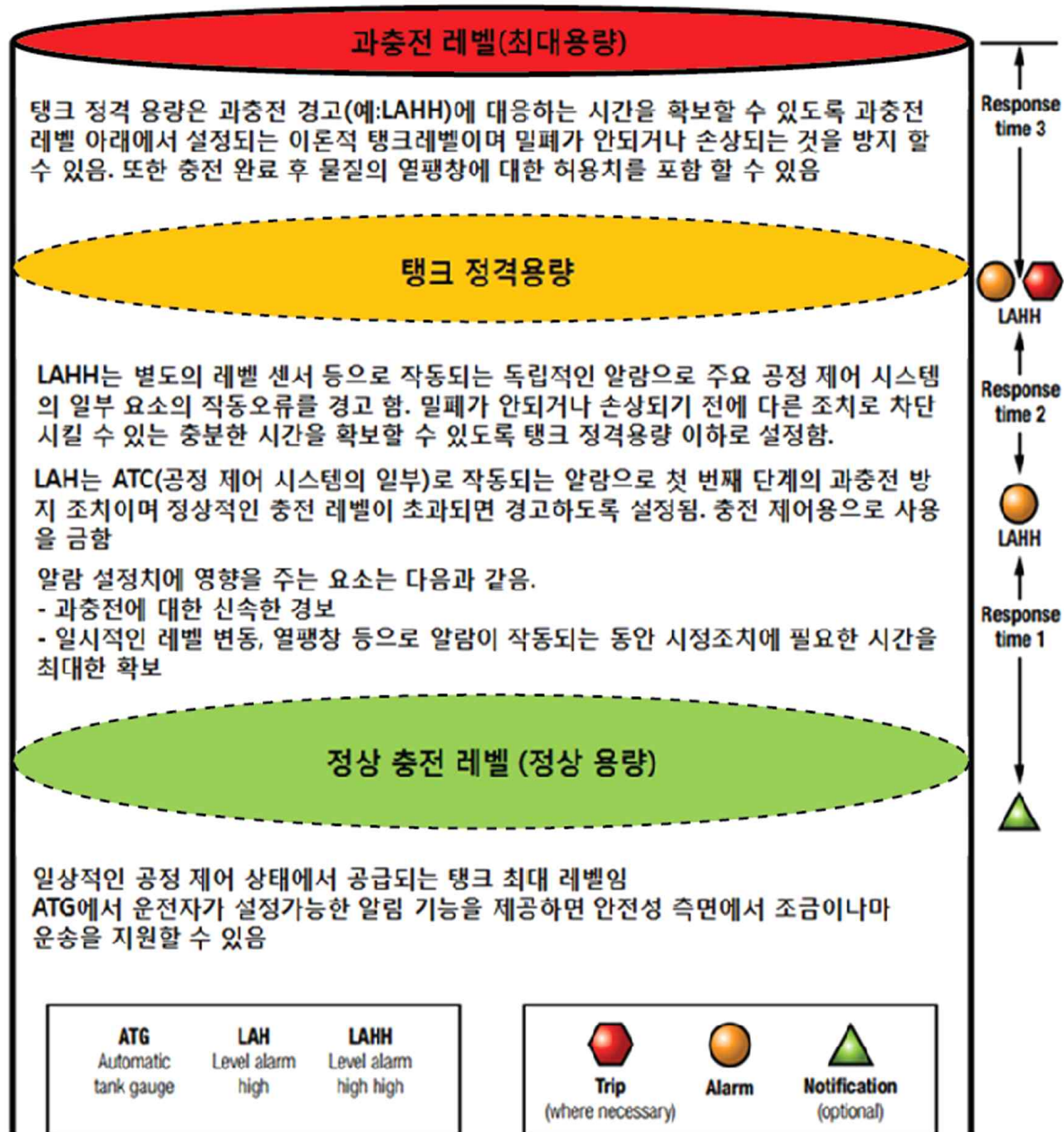
- 펌프가 원격으로 제어되는 경우 그 작동 지점뿐만 아니라 펌프 내에서도 작동 정지 제어 수단이 있어야 한다.

2.6 내용물 측정(Contents measurement)

[탱크 용량]

- 모든 탱크와 탱크 칸막이는 저장된 물질의 양을 측정하는 적절한 수단이 있어야 한다.
- 정확성을 확보하기 위해 설치 시, 정기 검사·정비 시, 개조 시 등에는 측정 장비를 시험하고, 교정해야 한다.
- 각 탱크의 최대 작동 레벨과 최대 레벨 절대치를 설정해야 한다(그림 5 참고)

오버 필 레벨 이상 레벨의 증가는 탱크의 위험성이 증가될 것임
(다른 모든 레벨 및 경고 설정 지점은 오버 필 레벨에 상대적으로 결정된다.)



<그림 5> 과충전 방지 : 탱크레벨(API2350 기준)

2.7 통기구(Vents)

[탱크 압력]

○ 정상적인 탱크 작동 중에는 탱크의 압력이 변화할 수 있다.

- ▶ 충전 중 또는 주변 온도가 상승하면 압력이 증가 할 수 있음
- ▶ 반대로 방출할 때나 온도가 내려가면 압력이 떨어질 수 있음
- ▶ 탱크 통기 시스템은 압력 제거, 진공 제거, 비상 압력 제거 등이 가능해야 함

[통기구 설치 1]

- 일반적으로 통기구는 대기로 배출되도록 연결되지만, 대기 배출환경 기준을 준수해야하는 환경적 측면의 요구사항이 커지고 있다.
- 증기 회수 시스템은 현재 휘발유 저장 시설의 법적 의무사항이며 다른 인화성 액체 저장시설에도 적용될 수 있다.
- 증기 회수 시스템의 설계 및 운영에 관한 사항은『Energy Institute publication Guidelines for the design and operation of gasoline vapour emission controls at distribution terminals』를 참고한다.

[통기구 설치 2]

- 가연성 증기가 대기로 배출될 때 근처에 점화원이 있는 경우 점화될 수 있다.
- 점화원, 공기 흡입구, 건물, 통로 및 부지 경계로부터 통기관 끝단의 최소 권장 이격거리는 3 m이며, 통기관은 탱크 상단에 위치해야 한다.

- 탱크 상단 및 지상에서의 배출 높이는 증기가 안전하게 확산될 수 있는 충분한 위치를 확보해야 하며, 배출 높이는 탱크 위 0.3 m 나, 지상 3 m 이상(지상 5 m 이상 권고) 중 더 높은 위치가 적절하다.
- 통기관 끝단의 높이는 운반차량의 수위보다 높아야 한다.
- 증기 확산이 미흡하거나 환경 보호법의 요구 사항을 만족시키기 위해서는 통기관의 권장 이격거리와 배출 높이를 늘릴 필요가 있다.

[화염방지]

- 번개 또는 기타 점화원은 통기관에서 대기로 배출된 증기를 점화시킬 수 있는데, 탱크로부터 화염이 확산되는 것을 차단하기 위하여 통기관 끝단에 설치된 화염 방지기(flame arrester)를 설치한다.
- 화염 방지기는 23 ℃ 미만의 인화점을 가진 액체를 저장하는 고정 지붕식 탱크의 경우 일반적으로 통기관 끝단에 설치해야 한다
- 화염 방지기는 페인트, 스케일(scale) 또는 기타 물질에 의한 막힘을 방지하기 위해 정기적인 유지 보수가 필요하며, 예방 검사 계획에 통합되어야 한다.
- 저장물질이 화염 방지기를 중합반응이 일어나게 하거나 오염시키기 쉬운 경우에는 화염 방지기 설치가 적합하지 않다.

[안전장치]

- 압력 릴리프 밸브(relief valve) 또는 통기관은 과도한 압력 상승을 방지하고, 진공 밸브는 내부 음압으로 인해 탱크가 파손되는 것을 방지한다. 다만, 이러한 기능들을 결합하여 압력 진공 밸브(pressure vacuum valve)로 설치할 수 있다.
- 인화성 액체를 상압 저장탱크에 저장하는 경우와 인화점 보다 높게 가열된 물질을 저장하고 있는 경우에 사용할 것을 권고한다. 『BS EN ISO 28300』 참고

2.8 본딩 및 접지 : 정전기(Bonding and earthing: Static electricity)

[정전기의 원인]

- 운동 작용에 의해 전하가 분리되어 시설·설비 및 저장물질 표면에 전하가 축적되어 정전기가 발생한다. 시설이 접지되지 않았거나 액체의 전기 전도도가 낮으면 전하가 방출되는 것보다 더 빠르게 생성될 수 있다.
- 이로 인해 전기방전(electrical discharge) 또는 스파크가 발생할 수 있으며, 충분한 에너지를 갖는 경우 인화성 가스나 증기를 점화시킬 수 있다.

[예방 1]

- 정전기 방전의 축적을 최소화하고 발화성 스파크를 방지하려면 저장탱크의 모든 금속 부분을 서로 접합하고 접지해야 한다.

- 최대 접지 저항은 10 Ω 을 권장하며, 정기적인 시험 측정을 위해 접지 시설을 분리할 수 있어야 한다. 접지 및 본딩에 대한 자세한 사항은 BS 7430을 참조한다.

[예방 2]

- 액체의 전기 전도도가 특히 낮고 인화점 보다 높게 저장되는 경우, 액체를 질소 블랭킷(blanket)에 보관하거나 정전기 발산 첨가제(static dissipating additive)를 주입하는 것이 바람직하다. 이 경우, 시간이 경과할수록 분해되므로 농도와 효과가 모니터링 되어야 한다.

2.9 방류벽(Bunding)

[설치 목적]

- 설계가 잘되고, 유지관리가 적절한 저장탱크의 경우(특히, 과충전 보호 장치가 설치된 경우) 크게 누수될 확률은 낮다. 그러나, 인화성 액체가 누출되면 치명적인 결과를 초래할 수 있으므로 저장탱크에서 누출·유출된 물질을 적절히 수용하는 조치가 필요하다.

[설치권고]

- 방류벽은 저장탱크에서 유출·누출된 액체를 담는데 사용되는 방법으로, 인화점이 60 $^{\circ}\text{C}$ 이하인 인화성 액체를 저장하는 경우나 인화점 보다 높은 온도로 저장하는 경우에 방류벽을 설치할 것을 권고한다.

- 대용량 탱크의 방류벽은 수년 동안 표준이었으며, 환경법에 의해 의무사항으로, 적절한 방류벽은 부분적으로 DSEAR 규정 6 (4) (e)의 일부요건을 충족시킨다.

2.10 용량[Capacity]

[용량 산정]

- 방류벽은 예측 가능한 최대유출을 수용할 수 있도록 충분한 용량을 가져야 한다.
- 방류벽 내에 있는 가장 큰 저장탱크의 용량의 110% 또는 탱크의 총 용량의 25% 이상으로 설치한다.(보통 더 큰 값이 최소값으로 간주된다)
- 방류벽 용량을 산정할 경우, 다른 탱크가 차지하는 공간을 고려해야 한다.

[이송시 용량]

- 0.5 m 높이 이상의 벽을 사용하여 별도의 증발 지역 또는 집액조(impounding basin)로 유출물질을 이송하는 경우 기준용량보다 더 작은 용량으로 설치 할 수 있다.

2.11 벽과 바닥(Walls and floor)

[설치기준]

- 방류벽은 유출물질이나 소방용수를 수용하기에 충분한 강도가 있어야 한다. 예를 들어, 큰 용량의 유출이 있을 경우 225 mm 벽돌이나 블록으로 높이가 600 mm를 초과하도록 제작된 방류벽은 붕괴되기 쉬우며, 600 mm보다 높은 방류벽은 두께가 두꺼운 벽돌이나 블록, 철근 콘크리트 또는 부벽 등으로 추가 보강이 필요하다.
- 방류벽에서 탈출하기 위한 고정 장치(예: 계단 등)가 필요할 수 있다.

[이격거리]

- 방류벽은 탱크에 너무 가깝게 설치되지 않도록 하고, 최소 권장 이격거리를 100 m³ 이하의 탱크의 경우 1 m, 100 m³ 이상 탱크의 경우 2 m를 유지하는 것이 권장된다.

[설계기준]

- 방류벽을 설계할 때는 유출물질의 표면적을 최소화하는 것과 방류벽의 높이를 최소화하는 것을 절충하여 설계하여야 한다.
- 방류벽내 공간을 늘리고, 높이가 낮은 방류벽을 탱크에서 멀리 떨어지게 설치할 경우 환기가 우수하고 방재활동을 위한 접근이 용이해진다. 이러한 방류벽은 보다 많은 공간을 차지하지만 벽면의 정수압 부하가 적어지고, 설계·시공 하는데 비용이 절감된다.

[강도]

- 방류벽은 저장물질에 견뎌야 하며, 배관 및 기타 장비가 방류벽을 통과하는 경우 위험성이 높아진다. 다만, 파이프가 방류벽을 통과하는 것이 불가피한 경우(예: 펌프 연결 등) 구조의 강도에 미치는 영향을 평가하고, 수밀상태를 유지하기 위해 추가적인 조치가 필요할 수 있다.

[배수설비 1]

- 방류벽의 바닥과 벽체는 저장물질이 스며들지 않는 불침투성 콘크리트 또는 기타 내화성 물질로 설치되어야 하고 소량으로 유출된 물질이 탱크 주변에 모이는 것을 막기 위해 적절한 장소에 배수설비가 있어야 한다.
- 지반면이 불침투성인 경우 방류벽 바닥에 자갈이나 이와 유사한 재료를 사용할 수 있다.
- 적절히 지하에 매설된 멤브레인(membrane)은 물과 섞이지 않는 액체를 보유하기 위해 지하수면을 사용한 전용 시스템으로 사용될 수 있다.

[배수설비 2]

- 대형 방류벽의 경우 펌프(pump)와 사이펀(siphon)을 사용하여 지표수를 제거하는 것이 항상 적용 가능한 것은 아니다.
- 다른 해결책은 방류벽 배수구(drain)를 사용하는 것이다. 단, 배수구를 항상 열림 상태로 유지하는 것은 위험하다.
- 배수구를 사용하는 경우, 물을 제거하는 경우를 제외하고 밸브가 닫혀있는지 확인하는 작업 시스템이 있어야 한다.

- 방류벽 외부에 작동밸브를 설치하면 정상적인 작동 및 비상 상황에서 쉽게 접근하여 조작이 용이해진다. 중력식 배수 시스템은 밀봉된 배수 시스템으로 배출 되어야 한다.

2.12 조명(Lighting)

[설치 기준]

- 적재·하역 장소를 포함하여 저장탱크와 관련된 작업 구역은 사용 중에 적절한 조명이 필요하다. 지면, 계단 등은 적어도 50 럭스(lux)의 평균 조도가 권장되며, 레벨 게이지를 확인하는 작업의 경우 등은 100 럭스(lux)까지 필요할 수 있다. 조명에 관한 추가사항은 작업장 조명 지침 『HSG38』을 참고하고, 관련 기준에 따라 보호 조치를 하여야 한다.

2.13 검사 및 유지관리(Inspection and maintenance)

[방법]

- 모든 시설에 대해 손상 및 성능저하 여부를 검사해야 하며, 계획된 공식 검사 이외에 작업자가 육안으로 확인이 가능한 설비의 손상 및 성능저하를 육안 검사와 함께 수행해야 한다.

[기록관리]

- 정기적인 점검과 조집기, 방류벽, 통기관, 슬롭 탱크(slop tank), 적재·하역 설비 및 인화성 취급 건물을 검사하고 결함이 확인된 경우에는 이를 기록하고 적절한 조치를 취해야 한다.

[유지관리]

- 관련법(Health and Safety at work etc ACT)에 따라 개선 및 장비는 안전한 상태로 유지되어야 한다.
- 저장탱크 및 모든 관련 장비(벽과 담장 포함)는 적절하게 유지관리가 이루어져야 한다.
- 자격을 갖추고, 권한을 부여받고, 그리고 충분히 이해하는 사람만 점검 및 유지관리를 수행하여야 한다.

[검사]

- 검사 및 유지관리 작업의 범위 및 주기에 대한 세부 사항을 포함하여 설치의 구성 요소를 예방적 유지관리 일정에 목록화해야 한다
- 전기 설비의 정기 검사 및 차단 밸브 작동에 주의해야 하며, 조집기, 방류벽, 통기관, 슬롭 탱크(slop tank), 적재·하역 시설 및 가연성 취급건물에 대한 정기검사 및 청소가 이루어져야 하며, 소방 장비의 정기적으로 유지·관리 및 적절한 검사를 받아야 한다.

[정기·수시 검사]

- 모든 검사, 평가, 개선 및 주요 유지관리에 대한 기록을 보관해야 한다.
- 검사 계획은 서면으로 작성되어야 하며 자격을 갖춘 검사자와 장비 사용자가 정기적으로 검토해야 한다.
- 호스 및 호스 접속구는 사용되는 곳에 맞게 검사 규정을 적용 하되, 최소 1년에 한 번 압력 테스트와 매일 육안 검사를 실시하여야 한다. 탱크의 점검 및 유지 보수에 대한 보다 자세한 지침은 『EEMUA 159』 및 『EEMUA231』 참고한다.

2.14 작업허가 시스템(permit-to-work systems)

[점화원]

- 저장탱크의 유지관리, 변경, 철거 작업 시 사고가 많이 발생할 수 있는데, 주요 원인은 인화성 증기가 채류하는 설비에 절단 토치(touch), 보호되지 않은 불, 점화원 등이 만나 점화되는 것이다.
- 인화성 액체 또는 증기를 취급하는 장비에서 수행되는 작업은 작업 허가(PTW)나 유사한 허가 시스템이 필요하다.

[작업허가 권한]

- 대부분의 경우 작업허가 시스템은 가연성 액체가 저장·사용되는 장소에서의 유지관리 작업을 통제하기 위하여 사용되며, 공식적인 관리서류이다.
- 작업허가(PTW)는 권한이 부여된 사함에 의해 발급되며, 작업 허가서에 명시된 요구 사항은 반드시 준수되어야 한다.

[허가의 범위]

- 작업허가(PTW)는 일반적으로 다음을 포함해야 한다

- ▶ 허가 지역
- ▶ 수행 작업과 사용 방법
- ▶ 모든 인화성 물질이 제거되고, 실수로 재유입되지 않는지 확인하기 위한 예방 조치
- ▶ 필요한 개인보호장비
- ▶ 작업 시간 및 기간
- ▶ 허가가 유효한 시간
- ▶ 작업을 직접 통제하는 사람

[관련지침]

- 작업허가 시스템에 대한 지침은 HSE 웹사이트 (www.hse.gov.uk/safemaintenance/permits.htm)와 『A guide for the petroleum, chemical and allied industries HSG 250』 참고한다.

2.15 표지판(Signage)

[목적]

- 보건 및 안전(안전표지 및 신호) 규정과 DSEAR 규정 7 (3) 및 10은 사업주가 다른 안전조치를 수행한 후에도 심각한 위험이 존재하는 곳에는 적절한 안전표지를 설치할 것을 요구하고 있다.
- 안전표지(화재 안전표지 포함)는 직원에게 건강과 안전에 대한 위험성을 경고하고, 알려 직원들이 취해야 할 행동을 상기시키기 위한 것이다.
- 직원은 이러한 행동에 대한 적절한 정보와 교육을 받고 안전표지의 의미와 필요한 사항을 완전히 이해하여야 한다.

[방법]

- 일반적으로, 인화성 액체가 처리되거나 저장되는 장소의 입구에는 안전 표지판을 게시하여, 직원들에게 사전 예방 조치를 경고하고 알려야 한다.

[알림]

- 일반적으로, 인화성 액체가 처리되거나 저장되는 장소의 입구에는 안전 표지판을 게시하여, 직원들에게 사전 예방 조치를 경고하고 알려야 한다.



<그림 6> 인화성 액체 취급시설의 입구에 사용되는 글자가 포함된 경고
및 금지 표시의 예

[장소]

- 마찬가지로, 달리 명시되지 않는 한(예를 들어, 현장의 잠재적인 발화원이 있는) 위험지역(예 : 공정지역의 출입구)은 분류된 장소의 입구 지점에는 해당지역에 들어 가는 사람들에게 경고하기 위한 적절한 표지가 설치되어야 한다.
- 마찬가지로, 달리 명시되지 않는 한(예를 들어, 현장의 잠재적인 발화원이 있는) 위험지역(예 : 공정지역의 출입구)은 분류된 장소의 입구 지점에는 해당지역에 들어 가는 사람들에게 경고하기 위한 적절한 표지가 설치되어야 한다



<그림 7> 잠재적인 폭발 위험성이 존재하는 구역의 입구 지점에 사용되는
글자가 포함된 경고 및 금지 표시의 예