

플랜트 소화설비 총론

이 득 춘

삼성물산(주) 건설부문 플랜트ENG팀 (dc.lee@samsung.com)

소화수 공급 설비(Fire water supply system)

일반적으로 소화수 공급설비는 다음과 같이 구성된다.

- 소화수 저장탱크 또는 개천, 바다
- 소화수펌프
- 주배관(fire water mains)
- 소화전(fire water hydrants)

소화수 저장탱크(Fire water storage)

Fire water storage는 소화수펌프에서 필요한 소화수를 필요 시간 동안 공급할 수 있는 충분한 양을 보

유해야 한다. 소화수 공급시간은 외국의 경우는 정유공장이나 석유화학 공장은 회사 규정으로 정하고 있으며, 발전소는 2시간으로 NFPA(National Fire Protection Association)에서 추천하고 있다. 국내 화재안전기준은 플랜트의 종류에 상관없이 20분으로 정하고 있다.

소화수펌프(Fire water pumps)

소화수 펌프는 일반적으로 100% 주펌프(main pump) 1대, 100% 보조펌프(standby pump) 1대와 평상시 배관내 압력을 유지하기 위한 충압펌프(jockey pump)로 구성된다.



[그림 1] 플랜트 설비



주펌프는 모터구동 방식이며, 보조펌프는 엔진구동 방식이 일반적인 조합이다.

펌프 용량이 크거나 펌프 용량에 비해 공급전력이 작을 경우는 50% 펌프 3대를 조합하여 사용하며 이때는 50% 모터구동 1대와 50% 엔진구동 1대를 주펌프로 구성하여 100% 구동하며, 50% 엔진펌프 1대를 보조 펌프로 구성한다.

펌프 용량은 Single fire을 기준으로 가장 큰 화재가 예상되는 영역에 필요한 물의 양을 산정하여 결정하며, 펌프 압력은 가장 먼 곳에서 필요한 압력이 나올 수 있도록 산정한다.

소화수 펌프는 소화수양의 변동에 펌프의 토출압이 급격하게 변하지 않는 특성을 갖는 펌프를 선택해야 하며 NFPA 20(standard for the Installation of centrifugal fire pump)에서는 소화펌프는 Rated pressure의 65% 압력에서 150% Rated capacity가 나오도록 규정하고 있다.

주배관(Fire water mains)

주배관(fire water mains)은 소화수를 필요한 지역까지 보내주는 역할을 하며, 플랜트에서는 8" 이상이다. 주배관은 안전과 동결방지를 위해 지하에 매설하는 것이 일반적이거나, 동파우려가 없는 중동 또는 동남아시아에서는 노출배관을 사용하기도 한다. 매설 시에는 지하 1 m 이상 추천되며 중장비가 지나가는 길을 통과시는 보강하여 파손을 최소화 하여야 한다.

심각한 파손에도 원활한 소화수를 공급하기 위해 주배관은 Ring main system(방사형)으로 구성되며, 파손 된 부분의 보수를 위해 일부 구간을 차단할 수 있도록 Block valve들이 설치 된다. 주배관의 Ring mains는 충압 펌프(jockey pump)에 의해 상시 압력을 유지한다.

소화전(Hydrants)

주배관으로 부터 필요한 지역에 물을 공급하기 위한 기구로서 영구적으로 설치된다. 국내화재 안전기준에서는 소방대상물에서 소화전까지의 수평거리를 40 m 이하로 규정하고 있다. 해외에서는 국가마다, 플랜트마다 각기 다른 규정을 가지고 있으나 일반적으로 소화전간의 수평거리는;

- 탱크 저장소(유류, LNG, LPG 등) 및

관련 펌프시설	60 m
- 공정지역(process area)	60 m
- 유류 및 가스의 입출하 시설 (loading/unloading facilities)	80 m
- 파이프랙(pipe rack)	80 m
- 사무실, 작업실, 실험실, 유틸리티 지역 (utility area), Jetty approach	80 m

소화전은 형상에 따라 4-way(또는 4-outlets)와 2-way(또는 2-outlets)로 대별 되는데

4-way 타입은;

- 공정지역(process area)
- 유류 및 가스의 입출하 시설(loading/unloading facilities)
- 탱크 저장소(유류, LNG, LPG 등) 및 관련 펌프시설
- 버스(marine berths)

2-way 타입은;

- 사무실(Offices), 작업실(workshops), 실험실(laboratories)
- 유틸리티 지역(utility area),
- Jetty approach
- Training ground

공정 지역(process area)에 설치되는 소화전은 보다 좋은 소화를 위해 방수송(stationary monitors)을 설치 하기도 한다.

소화전은 3" -outlet에 2-1/2" 호스를 연결 하도록 2-1/2" 호스밸브를 장착한다.

수계 소화 설비(Fire water extinguishing system)

물분무 소화설비(Water Spray System)

물분무설비는 물이 증발 하기 쉽도록 미립자화 하여 소방대상물에 분사 함으로서 물이 증발할 때 발생하는 잠열을 이용한 냉각작용 및 증발에 의한 체적 증가로 산소농도를 저하시켜 소화하는 질식 작용을 한다.

- 위험물 취급 펌프방호

LNG, LPG 또는 자연발화점부근의 유류를 취급하

는 펌프에 발생한 화재를 소화할 목적이나 또는 인 화점에 도달하는 것을 막을 목적으로 펌프 냉각을 위해 물분무 장치를 한다.

펌프주위 반경 1.2 m까지 물분무가 이루어지도록 물분무 노즐을 배치 하여야 한다. 물분무장치의 작동은 Instrument Air를 이용하거나 전기를 이용한 열 감지기에 의해 작동된다. 또한 가스감지기가 설치된 LNG 또는 LPG 이송 펌프에서는 가스 감지기의 동작에 의해 물분무 시설을 작동 되어야 한다.

펌프에 대한 물 방사율은 NFPA15(Standard for Water Spray Fixed Systems for Fire Protection) 에서는 20.4 liter/m².min. 이고 국내 화재 안전 기준은 20 liter/m².min. 이다.

해외 플랜트에서는 바람(wind) 또는 다른 방해 요인을 고려하여 계산된 분사량에 20%를 추가하며, 분사노즐 압력변동에 의한 Flow balancing factor로서 10%를 추가 하기도 한다.

• 열교환기(Heat exchange), 베셀(Vessel), 구형탱크(Spherical tanks) 방호

일반적으로 액체저장용량이 5 m³ 이상인 부탄 또는 부탄보다 가벼운 탄화수소물질(LPG, LNG)을 취급하는 열교환기, 베셀, 구형탱크는 주변화재에 의해 플랜지 파손과 BLEVE (Boiling Liquid Expanding

Vapor Explosion)을 막기 위해 물분무설비에 의해 냉각시켜야 한다.

물 분무 방사율은 NFPA15(standard for water spray fixed systems for fire protection) 에서는 10.2 liter/m².min. 이고 국내 화재 안전 기준은 10 liter/m².min. 이다.

효과를 높이기 위해 물 분무 노즐은 장치 표면으로부터 0.6 m를 초과 하지 않도록 설치 해야 한다.

• 상압 유류저장 탱크(Fixed Roof Tanks) 방호

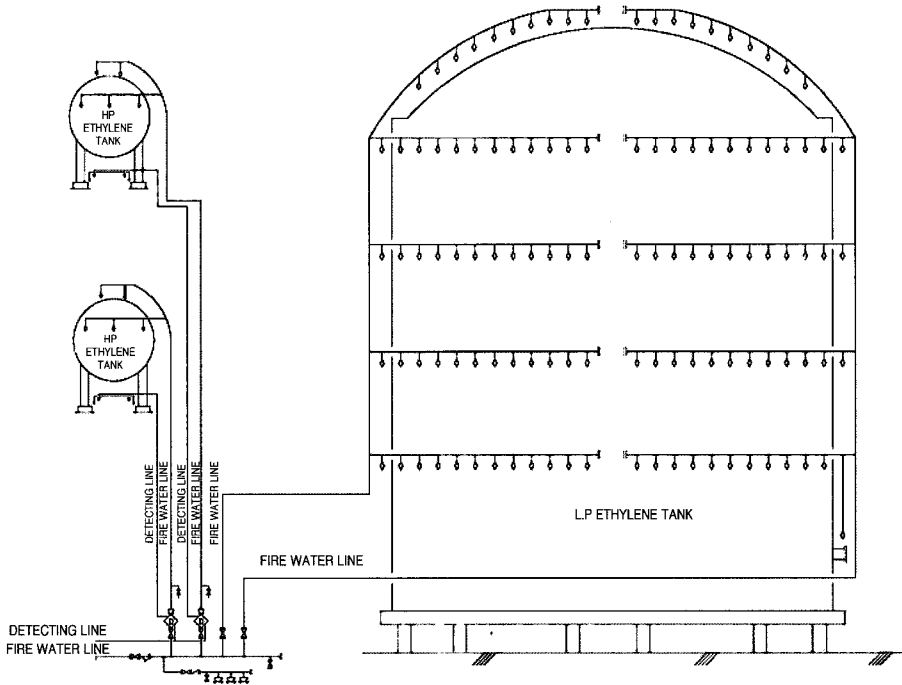
Fixed roof tank의 높이가 10 m 까지는 자체소방인력으로 약 7분 이내에 소화작업을 할수 있다면 소방차를 이용할 수가 있다(해외). 하지만 대용량 탱크이거나 자체 인력이 없다면 고정 물분무 장치를 하여 인접한 장치의 화재로 인한 복사열로부터 탱크를 보호해야 한다.

물 분무 방사율은 국내 위험물 안전관리법 시행규칙은 37 l /min.m(원주길이) 이고 해외 플랜트에서는 자체적으로 주어지거나 QRA(Quantitative Risk Assesment, 정량적 위험 분석) 이용하여 실제적인 Heat Flux를 산출하여, 이 열을 흡수 할 수 있는 양의 물을 방출 함으로써 탱크를 보호한다.

이것은 Fixed roof tank가 일반적으로 대용량이기 때문에 NFPA15에서 제시하는 10.2 liter/m².min.을



[그림 2] 상압 유류 저장 탱크



[그림 3] Water Spray System

적용하기에는 수원 확보와 펌프용량의 문제가 발생 되기 때문이다.

포소화 설비(Foam Extinguishing System)

포소화 설비에는 Aspirating system과 Non-Aspirating system으로 대별된다.

Aspirating foam system

Aspirating foam system 은 소화를 주목적으로 하는 장치이다. 단, Refrigerated liquefied gas products (액화 LNG)에서는 주변 환경으로부터 그 생산물에 열이 흡수되는 것을 감소시키는 것을 목적으로 한다.

• 저발포소화설비(Low expansion foam system)

-표면하주입(Subsurface foam injection)

비수용성 위험물(non water miscible combustible and flammable products)을 높이 10 m 이상의 탱크

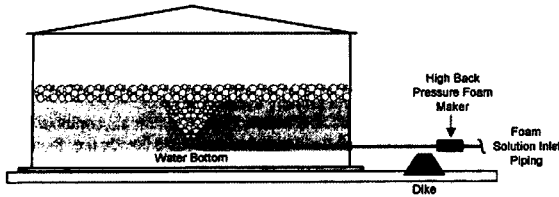
에 저장할 경우에 표면하 주입방식은 탱크표면화재의 소화에 매우 효과적이다. 탱크 저부에서 포소화액을 쏘아 올리므로 저장유류의 점도가 100 mm²(cSt) 이하 이어야 하며 동시에 조작 온도가 95 ℃ 이하 이어야 한다.

발포된 포소화약제는 탱크의 정수두압과 배관내의 마찰손실의 영향을 받으므로 포소화약제 팽창비가 3:1 ~ 4:1인 High Back Pressure Generator(HBPG)를 사용해서 포소화 약제를 주입 해야 한다. HBPG의 타입과 제작자에 따라 좌우 되지만 HBPG에서의 압력 손실이 60 에서 75% 임을 감안 하여, HBPG 입구에서의 압력은 7 barg 정도 되어야 탱크 정수두압과 배관 손실압을 극복하고 유류표면위로 소화약제가 배출 될수 있다.

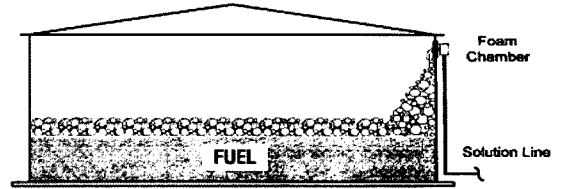
• 저발포소화설비(Low expansion foam system)-

반표면하주입(Semi-subsurface foam injection)

Water level의 요동이 심한 Dehydration tank와 수



[그림 4]



[그림 5]



[그림 6]

용성 위험물(polar solvent, alcohols 등) 또는 deballasting water를 저장 하는 Fixed roof tank에서는 반표면하주입 방식이 탱크표면화재의 소화에 효과적이다.

그장치의 효율 때문에 저장유류의 점도가 100 mm²(cSt) 이하 이어야 하며 동시에 조작 온도가 95 ℃ 이하 이어야 한다.

- 저발포소화설비(Low expansion foam system)
-표면주입(Surface foam injection)

Foam chamber 또는 Foam pourer를 탱크 상부에 설치하여 포소화약제를 탱크 내부로 주입 하는 가장 널리 사용되는 방식이다.

하지만 탱크 화재시 일반적으로 탱크 상부의 파손이 발생되기 때문에 다소 신뢰감이 적다.

- 저발포소화설비(Low expansion foam system)
-floating roof tank

위험물을 저장 하는 Floating roof storage tank는 탱크 외벽과 Floating roof 사이의 가장자리(Rim)에서 발생하는 화재를 소화하기 위해 Foam chamber 또는 Foam pourer 를 설치 한다.

- 고발포설비(High expansion foam system)
포팽창비가 80 ~ 1000:1 인 설비로서 포소화 약제에 함유된 물의 양이 극소량이기 때문에 누출된 LNG의 액체 표면에 분사 했을 때, 물에 의한 열전달이 물분무에 비해 적어 LNG의 증발을 줄일 수 있다.

Non-aspirating foam system

Non-aspirating foam system은 화재 진압 보다는 화재제어를 주목적으로 한다. 사람이 상주하는 시설로서 위험물을 취급하는 출하시설(loading facilities)에 주로 설치 된다. Non-aspirating foam system은 저발포 방식을 사용하기 때문에 화재제어의 속도는 최적의 방사유량에 의해 좌우된다. (※)