

# 플랜트에서의 손실제어

본 내용은 APF(ASIA PACIFIC FIRE) 2003년 12월호의 William S. Fink씨의 기사 일부를 요약, 보충하여 소개하는 위험관리정보입니다.

전체적인 손실제어시스템에서 다양한 공장 하위시스템들을 확인하기 위한 것으로, 하위시스템의 상호 관계를 분리하거나 완전히 독립적으로 운영하는 것은 매우 어려우며 효율적으로 작동하지 않을 수도 있어, 이를 방지하기 위하여 전체시스템에 기초를 두고 투자검토하여야 필요없는 방재시설에 낭비하는 것을 막을 수 있다고 설명하고 있다.

유근호 · 협회 부산지부 과장

## 1. 공정플랜트

공정 플랜트에서의 손실제어는 단순히 화재방호 시스템과 설비의 설치를 의미하는 것은 아니며 공정 플랜트의 설계 때부터 장치수명이 다 할 때까지 작동 또는 적용되어야 하는 시스템이다. 이 시스템은 사고 발생 시 모든 손해를 최소화시키기 위해 작동하는 시스템을 하위시스템으로 볼 때 상위시스템으로 볼 수 있으며 하위시스템과 다양하게 상호작용하여야 한다. 하위시스템들은 사고 발생 시 어떻게 작동하느냐에 따라 'Passive'와 'active'한 것으로 나뉜다.

공장플랜트에서 'Active'한 방화설비와 시스템의 역할이 강조되어 왔고, 한편으로는 'Passive' 손해 방지 방법이 아닌 넓은 의미의 방화시스템, 화재감지기, 그리고 방화설비를 추천했었지만 많은 설계자들은 손실제어와 관련된 다양한 하위시스템들의 상호관계, 즉 플랜트의 수명까지도 고려한 전체적인 손실제어시스템에 대한 완전한 이해가 부족하다.

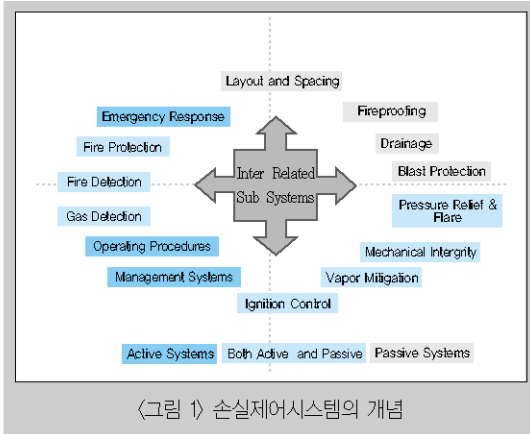
〈그림 1〉은 손실제어시스템에서 사용되는 전형적인 'Passive'와 'active' 하위 시스템의 종류를 나타낸 것이다.

### ■ Active시스템

시스템 기능 중 어떤 액션을 취할 것인지를 결정하기 위해 사람의 개입이 필요한 시스템

### ■ Passive시스템

사람의 개입이 없이 어떤 조건 하에서는 자동작동하도록 설계된 시스템 또는 품목(Item)을 포함하고 있는 시스템. 따라서 일정시스템은 사람의 개입여부에 따라서 'Active'가 될 수도, 'Passive'가 될 수도 있다.



## 2. 손실제어 의사결정은 예산수립에 결정

개조(Revamp), 현대화, 병목현상의 해소, 기본 프로젝트 결정 또는 초기 예산수립 단계에서 설계적인 측면과 공장 운영적 측면에서 적용될 수 있는, 개념적인 손실제어대책이 수립되어야 한다. 그러나 대부분의 공장은 공장의 가동 수명은 고려하지 않은 채 이러한 방지책들이 결정된다.

예를 들어, 보다 발전된 제어시스템의 출현은 직원들에 의해 행해지던 많은 역할들을 수행하여 비상 상태에 대응하기 위해 고용되었던 인력들이 급격히 줄어들고 있다. 이러한 변화를 보완하기 위해 'Passive' 하위 시스템이 추가 사용되어야 한다. 또한 'Active' 하위 시스템의 균형있는 조절 또한 필요하다. 다시 말하면 인력이 줄어든 만큼 동등한 수준의 대책을 유지하기 위해 추가시스템(예를 들면, 원거리 CCTV 증설 등)이 고려되어야 한다는 것이다.

## 3. 위험분할을 위한 공정배치와 공지확보

손실의 최소화에 대한 가장 좋은 Passive 기술 중의 하나가 장치의 적절한 공정배치와 공장 안팎의

공지확보이지만, 공정플랜트의 공간분리는 실현가능성이 적고 고가의 기기들과 파이프 때문에 간격이 효율적이지 못하여 타이트한 장치배치와 공정의 최소 공간 분리란 결과를 낳았다.

현재 매우 엄격한 보험시장과 높은 보험료 하에 위험부담금이 공장설계에 중요하게 미치는 요소이다. 예를 들어 단순히 지불되어야 하는 보험료의 결정을 위한 예상최대손실액은 공장의 배치와 공지확보를 결정할 때 중요한 고려 대상이다.

게다가 공장 인접지역과 공정과의 거리 또한 공정 지역에 얼마만큼의 충격(buffer)을 완화시켜줄 지역이 필요한지 결정하는 중요한 부분이다.

예상최대손실액을 줄이기 위해 장치 가치가 높거나, 화재 위험성이 높은 공정은 낮은 가치와 위험성이 낮은 공정에 의해 분리되어야 한다.

### ■ 위험분할

화재위험군은 하나 또는 여러 개의 건물, 상호 분리되지 않은 장치(플랜트)를 공간적 또는 구조적으로 위험단위를 설정하여 예상최대손실액(PML : Probable Maximum Loss 또는 EML : Estimated Maximum Loss 등)을 측정하며, 하나의 사고로 발생할 수 있는 최대손실도 보험료 결정의 중요 요소이다.

공간적 위험분할은 건물(장치)간의 거리가, 구조적 위험분할은 위험분할을 가능하게 하는 내화도와 일정 강도를 가진 벽체 등이다.

Dow Index의 경우도 화재·폭발로 인한 예상손실의 산정, 고위험 공장지역의 파악, 중대사고에 대비한 비상대응계획의 수립, 새로운 입지계획 및 공정배치의 평가 등을 위하여 산정한다.

### ■ 옥외 화학플랜트시설의 격리 지침(FM)

이 지침은 신규공장 건설계획, 기존공장의 증축 또는 기존공장의 평가를 위한 방화 및 예측 가능한 폭발사고에 대비한 격리에 관한 것이다. 옥외에서 발생한

매우 격렬한 증기운 폭발 시 기압 이격거리를 초과한 곳에서도 손상이 발생할 수 있다.

예측 가능한 피해범위를 측정할 때는 판단에 따라야 하고 격리 또는 기타 보호가 필요하다. 간격을 유지하기 위해 기존공장을 재배치하는 것은 불가능하겠지만, 충분한 거리를 유지할 수 있을 때까지, 방폭 바리케이드 등 특수한 예방수단을 사용하여 대형 위험을 최소화 해야 한다. 고려사항으로는 다음과 같이 크게 분류한다.

1. 고가치 시설과 화재노출지역 사이의 격리
2. 고가 시설 및 증기운 노출지역 사이의 격리
3. 고가치 시설 및 폭발노출이나 비산물 노출지역 사이의 이격

#### 4. 철재지지 구조물의 내화처리

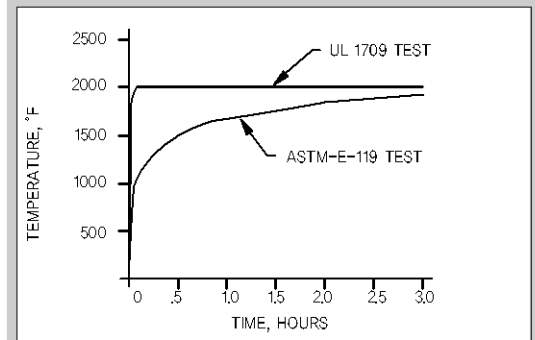
내화처리는 구조물 지지대의 보호, 전선로 및 중요 장치의 보호를 위해 시공된다.

1918년 '표준 시간-온도 곡선(Standard Time-Temperature Curve)'은 건축물 내부를 시뮬레이션 하기 위한 것으로 탄화수소와 같은 Pool 형태의 화재에는 적용이 힘들다.

1984년 Underwriters Laboratories (UL)은 정유산업과 관계있는 '고상승 시간-온도곡선(High-rise Time -Temperature Curve, UL 1709 TEST)'을 채택했다. 이 곡선은 5분 안에 2,000F에 도달하여 강철구조물 등의 내화처리 시공에 관련된 제반사항을 테스트 할 수 있게 되었다.

〈그림 2〉는 '표준 시간-온도 곡선(ASTM)'과 '고상승 시간-온도곡선(UL)'의 비교를 나타낸다.

내화시공은 설비의 발화잠재력과 건물, 장치, 용기류의 배치와 이격공간, 그리고 운전 시 고려되어



〈그림 2〉 표준 시간-온도 곡선(ASTM)과 고상승 시간-온도곡선(UL)의 비교

#### ■ 구조물의 내화처리

내화처리는 공정유니트의 안전정지, 배관이나 용기에 흐르고 있는 연료나 재공품의 차단, 고정식 소화설비의 작동, 냉각수의 분무 등을 가능하게 하여 화재초기 단계에서 주효하다.

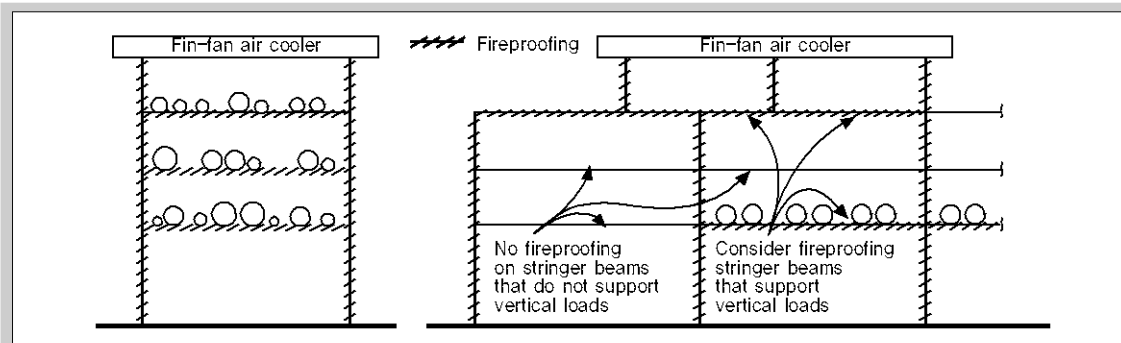
비내화 구조물이라면 파이프와 구조물이 이러한 결정적인 시점에서 유니트가 붕괴되면서 개스킷의 손상, 재공품의 유출 등으로 하여 긴급대응조치가 불가능하게 되며, 그 다음 단계에서는 대규모 화재나 폭발로 발전하게 된다.

내화처리의 요구조건을 결정하는 것은 화재위험지역의 위치 또는 화재노출 부위, 화재 노출부분의 크기 등이 감안된다.

야 할 사항에 따라 결정되어야 한다.

#### 5. 배수

공정지역에 누출된 재공 액체와 지표를 흐르는 빗물을 배수하기 위해 적절한 배수장치가 있어야 한다. 배수기기의 목적은 장치로부터 충분한 경사를 만들어 흐르는 액체가 빨리 집수구로 배수되도록 하고 중



〈그림 3〉 화재노출지역에서 Fin-Fan Air Cooler를 지지하는 파이프랙

요한 장치들이 배치되어있는 곳의 아래나 근처에 액체 Pool화재가 형성되지 않도록 하기 위함이다.

배수시설은 현실적으로 최대 강수량(10년간 통계에서 1시간 최대)을 처리, 또한 예측 가능한 공정물질, 소화전, 스프링클러, 물분무소화설비 등으로부터 방출된 소화수, 배출설비에서 방출되는 공업용수와 일반용수를 처리할 수 있고 저장할 수 있는 적절한 용량이어야 하고 사고 기간동안 배수 시스템이 공정지역으로 역류를 방지할 수 있는 크기여야 한다.

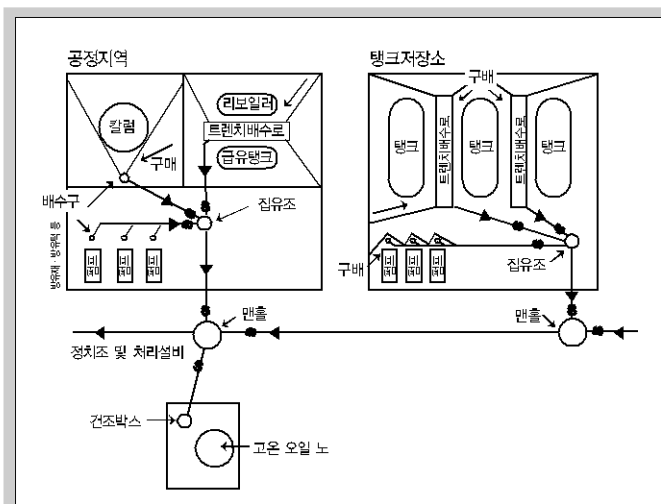
바닥 배수로와 트랜치는 충분한 양의 배수를 할 수 있도록 설치되어야 한다.

## 6. 설비의 보전

공장에서 손해방지 시스템의 보전 측면은 목적에 도달하기가 힘들고 매우 복잡하다. 공장에서 기기보전 프로그램은 설계단계 초기에 시작되며 공장의 수명이 다할 때까지 항상 active한 상태로 남아 있다.

공장가동 이후 기기 보전 시스템 또한 중요한 손해 방지책의 하나이다. 파이핑 시스템, 압력용기, 히터와 보일러 등의 주기적인 점검은 필요한 데이터를 수집함으로써 고장이 발생하기 전에 고장 가능성을 예상할 수 있다.

소방시설도 기기보전 시스템이 적용되어야 한다. 소화전과 스프링클러시스템은 주기적으로 보수 점검되어야 하고 반드시 작동 가능하다는 것을 테스트해야 한다. 저장탱크의 포시스템 또한 테스트 해야 한다. 이런 설비를 점검하는 것이 어렵다는 것은 이해하지만, 테스트 할 수 있는 규정은 마련되어야 한다. 최소한 공장의 오버홀(정기보수) 기간동안을 이용해 이 시스템들을 모두 테스트 하여야 한다. ☺



〈그림 4〉 다중 유닛 옥외시설의 대표적인 배출설비