

火炎防止器의 消炎性能

— The Quenching Ability of Flame Arrester —

柳 銀 烈 / 認證業務室 次長

— ABSTRACT —

For the prevent of fire accident or explosion disasters from inflammable gas and vapour, flame arresters are used in chemical equipment, oil tank or other similar installation.

The flame arresters have been used mainly wire gauze type.

Wire gauze type flame arresters is affected several factors. We have know that the quenching ability has a great of difference the preference in accordance with flame velocity, direction of flame propagation and wire net of mesh and number of gauze and introduce examination result data quoted from the abroad.

1. 序 論

高溫高壓下에서 可燃性 液體 危險物을 貯藏하는 容器(危險物 Tank)의 上단에는 危險物의 充塡 또는 배출 및 日照등을 받을 시에 생기는 內壓의 變化를 安全하게 調整하기 위하여 通氣管이 設置되어 있으며 그 開口部에는 可燃性가스나 증기가 배출되기 때문에 火炎의 침입에 의한 탱크의 火災爆發事故의 우려가 있다. 이 때문에 通氣管 先端의 開口部에는 金屬網을 주로 한 火炎防止器(또는 引火防止網)는 오래 전부터 사용해 오고 있다.

그리고 爆發限界內에 있는 混合가스로 充만된 配管等의 內部에서 發火가 되면 一般적으로 그것은 燃燒로 부터 爆燃(Deflagration)으로 成長하고 다시 어떤 濃度범위에 있게 될 때에는 일정거리를 전과한 후에 큰 파괴력을 동반한 爆轟(Detonation)으로 발전한다. 이러한 爆發에 의한 危險한 狀態의 發生을 피

하기 위해서는 混合가스의 發火에 의해 생긴 火炎을 가능한 빨리 한정된 작은 공간내에서 消滅(消炎, Flame quenching)시켜 그 이상 전과하지 않도록 할 필요가 있다.

이와 같이 배관내의 爆發火炎을 그 초기단계에서 消炎시켜 火炎의 전과를 阻止할 目的으로 사용하는 것이 火炎防止器이다.

爆發火炎의 阻止라고 하는 觀點에서 보면 火炎防止器에는 두개의 機能이 요구되는 바 그 하나는 爆發火炎을 저지하는 熱力學的 特性인 消炎能力이고 또 하나는 爆發壓力에 견디는 機械的 特性이다. 이 두 기능은 종래 자주 혼동하거나 혹은 어느 한편을 무시하는 경향이 있었지만 분명히 명확하게 구별하여 評價해야할 性質의 것이다.

여기서는 火炎傳播의 매카니즘과 火炎防止器(또는 引火防止網)의 構造 및 그 設置에 관한 우리나라의 基準을 먼저 알아보고 外國에서의 火炎防止器의 消

炎性能에 대한 試驗結果를 소개하여 火災防止器(Flame Arrester)에 대한 이해를 돕고자 한다.

2. 火災의 傳播

最近의 工業用 프랜트는 大規模化되고 工程이 복잡화되며 可燃性가스나 증기를 大量으로 사용함에 따라 그 잠재적인 위험이 더욱 증대되어 세심한 주의 기울이지 않으면 災害를 입기 쉽다. 또한 設計의 잘못, 운전 부주의 혹은 不完全한 保守로 인하여 비참한 결과를 초래하는 경우도 많다.

空氣나 酸素등의 支燃性가스가 존재하면 混合氣의 引火에 의해 火災는 配管系를 따라 시스템 전체에 波及되기 때문에 프랜트 전체를 爆發시킬 危險性이 있다.

이 경우 火災의 전파는 다음과 같이 4가지 형태로 생각할 수 있다.

- (1) 단순한 가스의 火災
- (2) 미리 混合된 空氣와 燃料에 의한 高溫의 火災
- (3) 熱爆發로부터 火災를 수반한 閉鎖 또는 非閉鎖型的의 爆燃(Deflagration)

(4) 爆轟(Detonation)

상기의 어떠한 경우에도 적절히 火災防止器를 設置한다면 火災의 傳播를 阻止하여 프랜트의 安全을 확보할 수 있는 것이다. 즉 약간의 空氣를 포함한 가스나 증기의 開放部에서 火災가 發生한 경우 적절한 Flame Arrester로서 容器內이거나 配管內로의 引火 및 逆火를 防止할 수 있게 된다.

통상 상기(1)의 경우 火災는 Flame Arrester의 Element 상부면에서 300~500°C의 溫度범위에서 燃燒하며 消散시켜야 할 熱에너지 量도 적다.

미리 混合된 空氣와 燃料에 의한 火災(상기(2))은 그 溫度가 조금 높는데 Flame Arrester의 Element 表面에 도달했을 때 1,000°C 정도 된다.

熱爆發로부터 오는 燃燒(Deflagration)은 1,700°C 以下の 溫度로서 最初에는 火災의 이동속도가 3m/s以下로 늦은 편이며 熱에너지도 비교적 적다(상기(3))

Flame Arrester의 設計에 있어서 가장 危險한 것은 상기(4)의 爆轟으로서 火災의 선단은 2,000~3,000m/s

로 이동하고 溫度는 燃燒의 2배에 달하며 그 壓力은 30~90氣壓에 이르게 된다.

이러한 火災傳播의 형태는 항상 暴轟으로 移行할 危險性이 있기 때문에 Flame Arrester를 선정하는 경우에는 특히 주의하여야 한다.

Flame Arrester는 引火할 우려가 있는 가연성가스나 증기를 취급하는 프로세스나 plant에서는 반드시 설치하지 않으면 안되는 安全器具이다.

가연성 액체를 저장하는 탱크를 充塲할 때 가연성 증기가 Vent部(통기관)를 통해 배출되는데 여러 原因에 의해서 引火가 되는 수가 있다. 이 Vent部에 Flame Arrester를 부착하면 引火爆發에 의한 탱크의 危險을 피할 수 있다.

爆發 가능성이 있는 가스나 증기와 공기의 混合物이 최초부터 들어 있는 배관이나 修理한 配管系는 반드시 Flame Arrester를 통하여 防止하는 것이 安全對策의 제일 策경이다.

이 이외에도 Flame Arrester는 많은 산업분야에서 다방면으로 活用이 되고 있는데 그 예는 다음과 같다.

미리 混合된 가스를 사용하는 爐는 처음 가동시 또는 負荷를 줄일 때에는 逆火가 일어나는 일이 많기 때문에 버너에 인접하여 Flame Arrester를 부착해야 한다.

水素를 분위기 가스로서 사용하고 있는 熱處理爐는 外部에 누설된 水素가 燃燒할 때 火災이 爐內로 逆火하지 않도록 水素의 燃燒速度에 대응 가능한 性能을 가진 Flame Arrester를 설치해야 한다.

기타 대표적인 용도로서는 炭鑛의 메탄 放出시스템, 電子部품을 製造하는 工場에서의 溶劑回收시스템 化學工場의 Flare Stack, 어떤 프로세스를 다른 프로세스로부터 격리하는 시스템, 하나의 프로세스 容器로부터 다른 프로세스 容器로 가스 또는 증기를 보내는 시스템, 毒性物質의 燒却爐, 可燃性 증기의 어느 영역에서 사용되는 환기장치의 배기샤프트, 內燃機關의 吸氣, 排氣 또는 Crank Case의 환기장치, 예를 들면 炭鑛에서 사용하는 耐炎式 디젤기관차나 기타 위험지역에서 사용하는 디젤엔진 등이 있다.

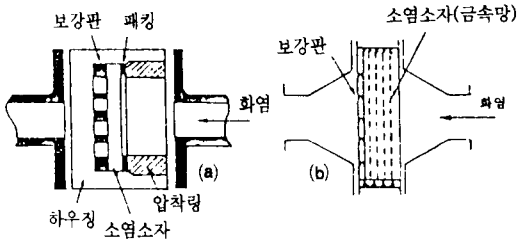
3. 火災防止器의 構造 및 設置基準

가. 火災防止器의 構造

火災防止器는 爆發性 混合가스로 충만된 配管등의 內部에서 燃燒가 개시될 때에 燃燒가스의 流通部分에 金屬網 혹은 燃燒 차단금속 등의 작은 미세한 막을 사용하여 高溫의 火災이 얇은 막의 벽면에 접촉, 熱傳導에 의하여 급속히 熱을 제거하는 장치이다. 따라서 着火源의 溫度가 低溫으로 되어 燃燒가 중지되고 反應에 필요한 分子의 生成하는 속도가 손실속도보다 낮으므로써 火災이 소멸되는 原理이다.

또한 각 막격을 미세하게 하여 火災과 未燃燒가스의 충돌면에서 흐름을 교란시켜 燃燒중지와 동일한 효과가 發生하여 火災傳播가 防止되도록 하는 경우도 있다. 그러므로 미세한 막으로써 흐름저항이 크게 되어 火災의 전달을 방해하여 가스의 흐름이 크게 낮아지므로 상시 많은 양의 氣體를 수송하는 部分에는 火災防止器를 설치하는 것이 비효과적이다.

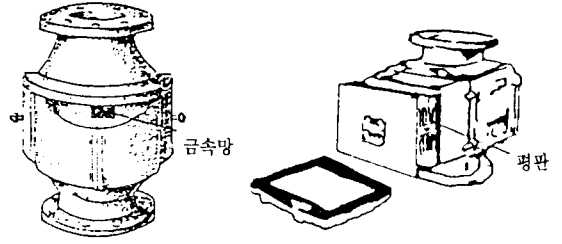
火災防止器의 構造는 다음의 그림 1과 같다.



[그림 1] 화염방지기의 기본 구조(단면)

火災防止器의 種類는 金屬網型, 平板型 및 水冷型이 있으며 일반적으로 産業施設에는 金屬網型과 平板型이 많이 쓰이고 있다. 金屬網型은 熱吸收率이 좋고 空氣 흐름에 대한 抵抗을 최대한 줄일 수 있다는 장점이 있으며 平板型은 튼튼하고 分解 및 청소가 쉬운 장점이 있으나 空氣抵抗이 큰 단점이 있다.

水冷型은 通氣管을 순환하는 물속을 통과케 함으로써 가연성 증기를 液化시켜 다시 탱크로 되돌려 보내는 장치로서 引火防止의 효과뿐만 아니라 內容



[그림 2] 화염방지기의 종류

물의 증발손실을 막는 데도 매우 효과적이다.

火災防止器의 材質은 보통 알루미늄, 주철(Cast Iron), 모넬(Ni+Cu, 耐酸性) 또는 스테인레스강 등이 쓰인다. 이 중 알루미늄은 값이 싸고 가볍기 때문에 널리 쓰이나 化學工場에서는 장기 사용시 腐蝕의 우려가 있으므로 제한적으로 사용해야 한다. 酸이나 염기가 있는 空氣는 火災防止器에 損傷을 입히기 쉬우므로 腐蝕性 가스가 체류할 가능성이 있는 지역이거나 腐蝕性 危險物을 저장할 때에는 耐腐蝕性이 있는 금속을 사용한 것으로 선택하여야 한다. 아울러 탱크의 경우에는 탱크의 內容物과 火災防止器의 금속이 化學反應이나 觸媒作用을 일으킬 가능성도 검토하여야 한다.

나. 設置基準

火災防止器 또는 引火防止網의 設置에 관한 우리나라의 基準은 産業安全保健法과 消防法으로 二元化되어 있는데 우선 그 內容을 알아보기로 한다.

(1) 産業安全保健法

勞働部令인 「産業安全基準에 관한 規則」 第289條에 引火性 液體 및 可燃性 가스를 저장 취급하는 化學設備로부터 증기 또는 가스를 대기로 방출하는 때에는 외부로부터의 火災을 방지하기 위하여 火災防止器를 그 設備 상단에 設置하도록 하고 있다.

또한 火災防止器를 設置하는 때에는 용량, 耐蝕性, 정확도, 기타 性能이 충분한 것을 사용하여야 하며 항상 보수, 유지를 철저히 하도록 되어 있다.

(2) 消防法

內務部令인 「消防施設의 設置·維持 및 危險物 製造所等 施設의 基準等에 관한 規則」중 다음 표의

危險物 貯藏所에 設置한 通氣管의 先端에 引火防止網을 設置하도록 規定되어 있다.

通氣管은 危險物의 出入, 日照等을 받을 때에 內壓의 變化를 安全하게 調整하기 위하여 壓力탱크 이외의 탱크에 設置하게 되는데 제4류 위험물에 대해서만 적용을 하고 제4류 이외의 危險物은 규정되어 있지 않다.

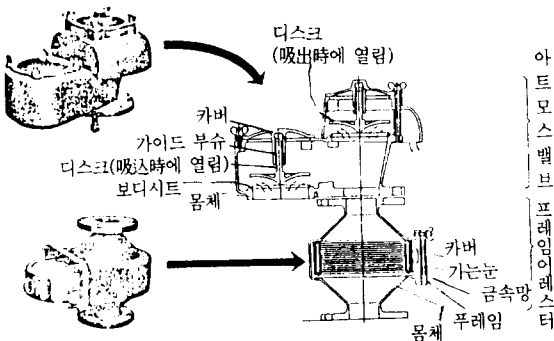
무변통기관은 통상 Open Vent라고 하며 실제 저장 탱크의 상황(構造, 容量, 危險物의 出入速度, 危險物의 量等)에 따라 直徑이나 必要個數가 결정되는 데 최소한의 直徑은 30mm(간이 탱크저장소는 25mm) 이상이어야 한다.

표 引火防止網을 設置해야할 危險物 貯藏所

저장소	통기관 종류	비 고
옥외탱크저장소	무변통기관 대기변 부착통기관	• 규칙 제181조 • 100g/cm ² 이하에서 작동
옥내탱크저장소	무변통기관	• 규칙 제197조
지하탱크저장소	무변통기관	• 규칙 제207조
간이탱크저장소	무변통기관	• 규칙 제213조

무변통기관의 構造는 雨水의 침입을 막기 위해 先端을 下方으로 45도이상 구부리고 가는 網의 銅網 또는 Flame Arrester 등으로 引火防止措置를 하여야 한다.

대기변부착통기관은 통상 Atmos Valve라고 하며 저장하는 危險物의 휘발성이 비교적 높은 경우 등에 사용되며 100g/cm² 이하의 壓力에서 作動 가능하여야 한다. 대기변부착통기관의 構造는 그림 3과 같다.



[그림 3] Atmos Valve · Flame Arrester

4. 消炎性能

Flame Arrester의 規格이나 材質 및 性能等에 대해 外國에서는 關聯 基準이 制定되어 있을 뿐만 아니라 여러 경우에 대한 試驗結果가 報告되어 있다.

英國 노동성의 가이드(Flame Arresters and Explosion Reliefs)나 日本高壓力技術協會의 指針(고정지붕식 석유탱크의 통기장치에 관한 지침) 등이 이에 해당되나 우리나라에서는 化學設備나 危險物 탱크등에 設置하여야 할 對象만 定해져 있으며(그것도 구체적이지 못함) 性能 등의 세부 規定이 없어 적용에 어려움이 있는 실정이다.

따라서 國內의 關係者 등에게 參考가 될 수 있도록 外國의 Flame Arrester에 대한 消炎性能 試驗報告資料를 調査하고 그 內容을 발췌 요약하여 소개하고자 한다.

가. n-Hexane에 대한 消炎性能

(1) 試驗概要

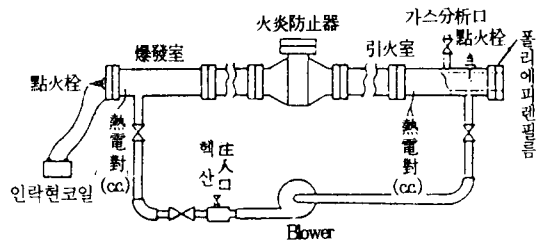
金屬網型의 火災防止器는 多孔板이나 燒結金屬등에 비해 그 形狀이 복잡하기 때문에 消炎性能을 판단하기가 어려운 것이다.

그러나 실제 工場에서 널리 사용되고 있는 것이 金屬網型 火災防止器이므로 이의 消炎性能을 파악한다는 것은 중요한 일이다.

따라서 石油系 可燃性液體로서 化學的 性能도 石油를 대표할 수 있는 것으로서 구입이 용이한 n-Hexane을 사용하여 試驗을 행하였다.

(2) 試驗裝置

試驗에 사용한 裝置는 그림 4와 같으며 火災防止器의 좌우는 주철제로서 爆發室과 引火室은 內徑 80mm,



[그림 4] 火災防止器性能試驗裝置

外徑 90mm의 鋼管이고 기타 配管은 Blower 접속부의 溶化비닐호스 이외는 모두 鋼管이다. 爆發室 길이는 50cm로 하고 引火室의 길이는 25cm이상으로 하였다.

金屬網은 16Mesh, SWG 26, 0.457mm로서 스테인레스, 銅 및 溶化비닐을 사용했다.

시험장치의 부대설비로서 熱電對, 点火用 plug, 가스 混合用 Blower도 부속하여 설치하였다.

사용한 가연성액체는 試藥 1級의 n-Hexane과 Methane이었다.

(3) 試驗結果

火災防止器의 消炎性能은 爆發性 混合가스의 火災 傳播速度에 의해 정해지는 데 이 速度는 可燃性가스의 種類, 混合比率, 爆發室의 길이나 크기, 点火位置 등의 많은 要因의 영향을 받는다.

따라서 火災傳播速度를 變化시켜 消炎性能을 調査하는 것이 바람직하지만 여기서는 混合가스의 組成과 火災傳播方向만을 變化시켜 試驗하였는데 그 結果는 다음과 같다.

① 火災防止器의 斷面이 爆發室에 대하여 凹型(이 상태로 실제 탱크에 설치되어 있음)일 때는 金屬網 枚數가 증가하면 火災를 저지하는 爆發性가스의 농도범위도 줄어들어 결국 金屬網 15매에서는 어떠한 Hexane濃度の 爆發性가스 火災도 消炎시켰다.

가장 火災를 傳播하기 쉬운 Hexane濃度は 약 2.6~2.9%인데 이것은 Hexane의 最高爆發壓力 2.5~3.0%와 거의 일치하고 있다. 그리고 爆發條件에서 일반적으로 上方傳播가 下方이나 水平傳播보다 과혹한 편인데 이 試驗에서는 上方보다 下方傳播 편이 예상대로 消炎性能이 나쁘게 나타났다.

② 火災防止器의 斷面이 爆發室에 平面상태이면 Hexane 3.0%이하일 때는 金屬網枚數의 증가에 따라 火災를 저지하는 爆發性가스의 濃度범위가 ①과 같이 줄어들게 된다. 그러나 3.0%이상일 때는 不規則한 結果를 나타내며 이것은 下方傳播時에도 같은 傾向을 보였다.

따라서 火災防止器의 斷面形狀이 火災阻止性能 즉 消炎性能에 영향을 미친다는 것을 알 수 있다.

③ 熱傳導率이 높은 銅과 그보다 낮은 스테인레스를 사용하여 金屬材料에 따른 消炎性能을 비교하였

더니 그 차이는 그다지 없었다. 또한 溶化비닐은 金屬보다 훨씬 熱電導率나 融點이 낮은 것이지만 消炎性能이 있음을 알 수 있었다.

④ Hexane과 Methane의 비교에 있어서는 Methane이 더 용이하게 火災를 저지할 수 있었는데 이것은 메탄의 消炎거리가 Hexane보다 크고 메탄의 燃燒速度가 Hexane보다 작기 때문인 것으로 생각된다.

나. 多層 金屬網型의 Flame Arrester

(1) 시험 개요

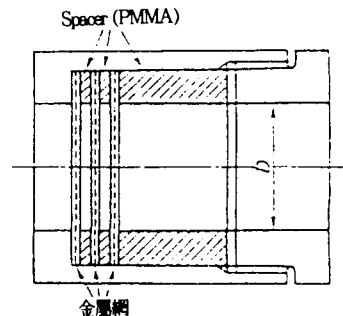
火災防止器로서 가장 일반적으로 사용되고 있는 多層 金屬網型의 Flame Arrester의 消炎性能에 영향을 미칠 수 있는 여러 因子중 金屬網의 枚數, 設置間隔 및 設置角度에 대해 어떻게 영향을 미치는 지 알아 보기 위함이다.

(2) 시험장치 및 방법

시험장치는 투명 아크릴수지(PMMA)제의 파이프를 수평으로 설치하고 그 속에 프로판가스와 공기의 混合氣로 파이프의 一端에서 點火하여 火災를 傳播시키는 것이다.

파이프의 中間에는 Flame Arrester를 設置하며 Arrester 直前에는 2개의 Photo Transistor를 설치하여 火災가 통과할 때 Arrester 突入時의 火災速度를 측정한다. Arrester 直後에 또 1개의 Photo Transistor를 설치하여 火災가 Arrester에 의해 消炎이 되는지 여부를 檢知한다. 金屬網을 어떤 간격으로 複數枚 설치하는 경우에는 PMMA제의 스페이서를 넣어서 고정시킨다.

燃燒管의 內徑(D)은 50, 64, 80mm 3種, 길이는 2~4 m로 變化시켜 한다.



[그림 5] Arrester Holder

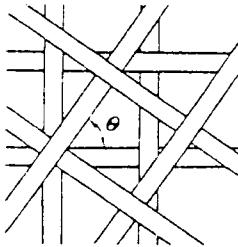
金屬網의 규격은 20~40Mesh로서 線徑(d)이 0.21mm의 것 4種을 사용했다.

(3) 試驗結果

金屬網 Flame Arrester를 複數로 積層하여 사용하는 경우 消炎性能을 試驗한 結果는 다음과 같다.

① 設置角度

金屬網을 設置時 인접한 金屬網과 이루는 軸方向의 각도(θ)를 0, 30, 45도로 바꾸어 試驗을 한 결과 消炎性能에는 영향을 미치지 않았으므로 설치각도는 消炎性能에 關係가 없음을 알았다.



[그림 6] 金屬網의 設置角度

② 設置間隔

20Mesh 또는 40Mesh의 金屬網을 2枚 사용하여 그 간격을 최대 10cm까지 변화시키면서 消炎性能에 미치는 영향을 시험하였던 바 消炎性能은 金屬網을 상호 밀착시킨 경우에 가장 좋았으며 어떤 간격까지는 그 성능을 유지하다가 그 후 급격히 저하하여 20~40mm이상 떨어지면 다시 일정한 성능을 나타내게 된다.

설치간격이 20Mesh의 경우는 20mm까지, 또 40Mesh의 경우는 6mm정도 까지로 하면 그 消炎性能을 밀착시킨 경우와 거의 동일함을 알 수 있다. 따라서 金屬網의 설치간격은 최대 2mm(20Mesh의 경우) 혹은 60mm(40Mesh의 경우)정도까지는 이격할 수 있는데 이 간격을 許容間隔이라고 부르며 Mesh수가 늘어나는 만큼 許容間隔도 크게 된다.

許容間隔이상으로 하면 消炎性能은 저하하고 어떤 간격이상이 되면 거의 一定値를 나타내지만 이 이상의 간격으로 하면 枚數를 늘인 효과는 전혀 기대할 수가 없는데 이 간격을 限界間隔이라고 한다.

③ 枚數

어떠한 金屬網도 6枚까지는 枚數와 함께 消炎性能이 指數的으로 급격히 증대하지만 6枚이상에서는 消炎性能은 증대되지 않고 거의 一定 상태로 나타나 枚數를 늘이는 효과는 거의 볼 수 없었다.

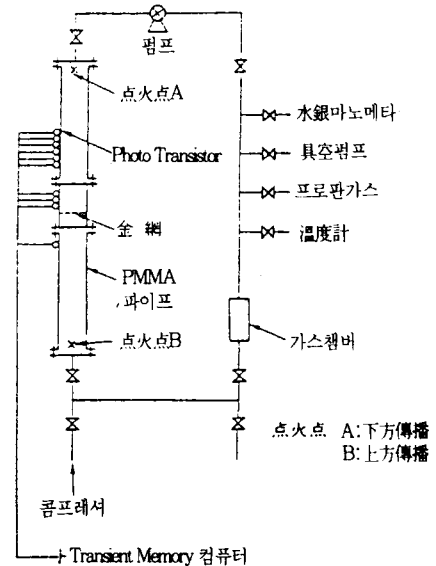
다. 垂直管에 있어서의 金屬網型 Flame Arrester

(1) 試驗 概要

Flame Arrester를 설치할 때에는 실제로 垂直管에 설치하는 경우가 많으므로 이 경우의 消炎性能을 檢討할 필요가 있는 것이다. 火災이 垂直으로 傳播하는 경우 上方傳播와 下方傳播에서는 傳播形態가 서로 다른데 이번에는 金屬網型 Flame Arrester를 사용하여 垂直管内를 上方 또는 下方으로 傳播하는 火災에 대한 Arrester의 消炎性能을 파악하고자 한다.

(2) 試驗裝置 및 方法

試驗裝置는 內徑 64mm 혹은 80mm의 투명 아크릴수지(PMMA) 제 파이프를 세워서 중간에 Arrester(SUS 304제 金屬網 1枚)를 設置, 固定하기 위하여 Holder를 부착한다. Holder의 길이는 7cm, 上下의 PMMA管의 길이는 1m이다. 金屬網은 16~18Mesh로서 線徑이 0.14~0.55mm 범위의 것 10種類를 사용했다.



[그림 7] 試驗 裝置

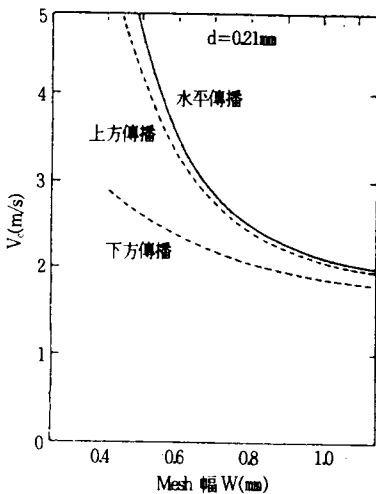
프로판가스와 空氣를 混合하여 프로판 濃度를 약 4.0 Vol.%가 되도록 調整한 후 배관의 상단 혹은 하단에서 點火한다. 그런 후 임의의 火炎傳播速度를 알기 위해 點火點의 가까운 側의 管端을 막을 폴리염화비닐리덴제 필름의 開口度를 變化시켰다.

관의 外壁에는 16개의 Photo Transistor를 임의의 위치에 設置하여 火炎의 傳播거동과 Arrester에의 火炎突入速度를 測定한다. Photo Transistor로부터의 信號는 Transient Memory를 통하여 컴퓨터에 이르도록 처리한다.

(3) 試驗結果

管全長에 걸쳐 거의 等間隔으로 16個의 Photo Transistor를 固定 設置하고 點火後의 火炎傳播 상황을 測定한 결과 上方傳播時에는 Flame Arrester 直前의 火炎速度가 큰 경우는 Arrester를 통과하고 작은 경우에는 Arrester部에서 모두 消炎시키는 傾向임을 알게 되었다. 즉 이 경우는 水平傳播試驗에서 이미 밝혀진 바와같이 Arrester의 火炎突入速度가 消炎性能을 평가하는 指標가 된다는 것을 알수 있는 것이다.

한편 下方傳播時에는 火炎突入速度가 큰 경우는 上方傳播時와 동일하게 Arrester를 통과하지만 늦은 경우에는 모두 消炎되는 것이 아니고 Arrester에 도달한 후 十數秒 후에 통과하는 예가 관찰되었다. 즉



[그림 8] 消炎驅界速度에 미치는 火炎傳播方向의 影響

Arrester 前面에서 火炎의 停滯를 發生시킨 경우이다.

消炎試驗 結果의 예로서 線徑(d)을 일정하게 하고 Mesh幅을 變化시켜 그 결과를 횡축에 Mesh, 종축에 火炎速度로 하여 그래프에 표시하였을 때 火炎 통과 부분과 消炎되는 부분 사이를 曲線으로 나타낸 것이 消炎驅界速度라고 한다.

그림 8은 上方, 下方(停滯하지 않는 경우) 및 水平傳播의 경우에 있어서 消炎性能을 비교한 것이다. 上方과 水平傳播에서는 그다지 차이가 없지만 下方傳播의 경우는 상당히 消炎性能이 低下하는 것을 알 수 있다.

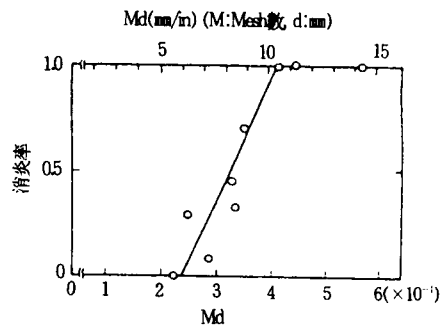
熱容量과 電熱面積(A)이 높고 體積空間率(ε)이 낮은 金屬網의 Arrester가 높은 消炎性能을 기대할 수 있는데 상기 因子와 Mesh數(M), 線徑(d)에 대한 상관관계를 알아보면 (熱容量은 消炎性能에 미치는 영향이 적어 無視)

$$A = 2\pi Md$$

$$\epsilon = 1 - \pi Md/4 \text{로 된다.}$$

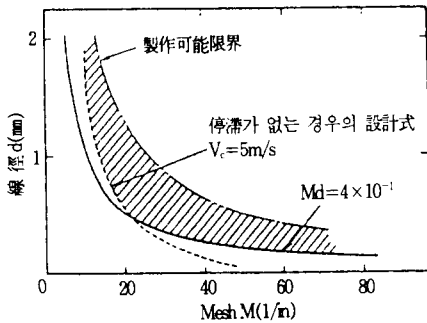
따라서 어느경우에도 Md가 클수록 消炎性能이 크다는 것을 알 수 있다.

停滯한 경우의 消炎性能 즉 停滯된 것 중에서 消炎시킨 것의 비율을 消炎率이라고 했을 때 消炎率과 Md의 관계는 그림 9와 같다. 여기서 消炎率은 Md에 따라 크게 되는데 $Md > 0.4$ 에서 1 즉 전부 소멸되는 것을 알 수 있다.



[그림 9] 消炎性能과 (Mesh)×(線徑)의 關係

火炎이 停滯되는 경우에 대비하여 金屬網型 Flame Arrester의 선택범위는 결정하기 위해 Mesh와 線徑의 관계를 그림 10으로 표시했다. 消炎臨界速度를 5m/s



[그림 10] 停滯, 停滯 없을 때 製作可能範圍를 考慮한 金屬網型 Flame Arrester의 選擇範圍

로 했을 때 M과 d의 관계를 나타낸 것이 점선이며 $Md=0.4$ 의 관계는 실선으로 제작가능한계를 2點鎖線으로 표시하였다.

停滯가 없는 경우는 점선과 2點鎖線 사이의 범위, 停滯가 있는 경우는 實線과 2點鎖線 사이 범위의 金屬網을 사용하면 좋다. 따라서 停滯의 有無에 관계없이 消炎性能을 기대할 수 있는 金屬網은 斜線部の 범위를 선택하면 좋을 것이다.

5. 結 論

傳播하는 火炎을 消炎시켜 裝置 本體의 爆發을 미연에 防止할 目的으로 주로 金屬網型의 火炎防止器가 많이 使用되고 있다.

이러한 火炎防止器의 消炎性能을 다수의 要因에 의해 영향을 받고 있는 것으로 나타났다. 주요한 要因을 보면

첫째, 火炎의 速度와 火炎傳播方向
둘째, 可燃性가스와 증기의 종류 및 混合比率
셋째, 火炎防止器 自體의 性能 즉 金屬網의 Mesh數, 線徑 또는 設置枚數와 설치간격, 使用材料의 熱容量, 電熱面積과 體積空間率 等이다.

특히 상기 要因中 火炎防止器의 性能과 관련하여 試驗結果에서 나타난 重要한 內容은 향후 火炎防止器 設置等에 반드시 고려해야 할 사항으로서 그 內容을 보면

첫째, 上方傳播, 水平傳播, 下方傳播 順으로 消炎性能이 나쁘며

둘째, $Md(\text{Mesh數} \times \text{線徑}) > 0.4$ 의 金屬網을 선택하면 消炎性能이 가장 우수하며

셋째, 下方傳播時에는 金屬網部分에 정체현상이 나타나 그 性能이 대단히 떨어지므로 주의하여야 하고 넷째, 金屬網을 複數로 積層 사용하면 일정한 매수까지는 消炎性能이 급격히 증가한다는(시험조사에 따라 그 매수는 상이할 수 있음) 것이다.

따라서 프랜트의 化學設備나 危險物탱크 等の 잠재적인 危險에 대비하기 위해 火炎防止器를 設置時에는 火炎防止器의 性能 뿐만아니라 設置位置, 設置位置의 주변상황을 충분히 고려하여 완벽한 設備로 施工하여야 할 것이다.

그리고 우리나라에서도 조속히 火炎防止器의 規格 等の 性能基準과 細部 設置基準이 制定되어 프랜트 等の 危險要因을 줄여서 災害의 豫防에 기여할 수 있도록 함이 바람직하리라 생각된다.

參考資料

- 火炎防止器에 관한 研究(第1報)
- 燒結金屬의 消炎性能에 대하여 -
(日本 勞働省 産業安全研究所)
- 火炎防止器의 n-Hexane에 대한 消炎性能(安全工學, 1969, Vol.8 No.4)
- 多層金屬網型 Flame Arrester의 消炎性能(安全工學, 1989, Vol.28 No.5)
- 垂直管에 있어서 金屬網型 Flame Arrester의 消炎性能(安全工學, 1990, Vol.29 No.4)
- 火炎防止器 - 安全性에의 重要한 역할(化學裝置, 1988, 7月)
- 危險物탱크의 引火防止網에 관한 研究(消防技術情報, 1986, 여름)
- 火災·爆發 防炎 技術(한국산업안전공단 기술자료)
- 産業安全基準에 관한 規則(勞働部令 제61호, 1990. 7.12)
- 소방시설의 설치·유지 및 위험물제조소 등 시설의 기준 등에 관한 규칙(내무부령 제524호, 1991. 2. 6)
- 圖解 危險物施設의 早わかり<2> (東京消防廳 豫防部 危險物課 編)