研 究

漏出가스의 檢知技術

郭 炳 運
〈本協會·防研部 課長〉

1. 序 言

最近 可燃性가스는 工業用 뿐만아니라 貯藏 取扱의 簡便性 때문에 燃料用으로 多量 消費되고 있으며 앞으로도 政府의 에너지 政策에 따라 더욱 使用量이 增加될 趨勢에 있다.

이와같이 急激한 使用量의 增加에 比例하여 國內 外에서 可燃性가스로 인한 大型事故가 많이 發生하고 있다.

燃料用가스 事故의 原因分析에 의하면 70% 以上이 消費者의 不注意에 原因이 있다고 한다.

가스漏出이 發生하지 않도록 施設 이나 設備의 整備를 아무리 徹底히 한다 하드라도 人間의 不注意와 設備의 缺陷이 複合되어 가스漏出은 결코 일어나지 않는다고는 斷言할 수는 없는 問題다. 그렇기 때문에 가스가 漏出하여도 빨리 檢知하고 大型事故로 擴大되지 않도록 處置할 必要가 認識되어왔으며 最近에 國內에서도 잇따른 大型가스事故가 發生함에 따라 關係當國에서는 法規를 改正, 가스警報器 設置義務를 强化하는등 一連의 豫防措置를 취하고 있다.

여기서 가스警報器의 選擇과 適切한 設置를 위한 理解를 돕고자 警報器의 檢知原理, 漏出가스의 擴散擧動, 警報器 設置方法등에 대한 概要를 紹介하고자 한다.

2. 가스警報器

警報器는 可燃性가스用, 毒性가스用 및 酸素用으로 大別된다.

一般的으로 센서(sensor)를 內藏한 檢知部와 電源, 濃度表示 및 警報部를 收納한 本體部로 나누어지고 케이블에 의해 接續되어있다.

檢知部는 가스의 存在를 監視하기 위하여 現場에 設置하고 가스濃度를 電氣信號로 變換하여 本體部에 送信하는 것으로 可燃性가스의 경우 防爆構造로 되어 있다. 本體部는 濃度表示, 警報部외에 遮斷밸브를 制御機器에 連動하여 가스漏出을 檢知하는 즉시 配管內의 가스흐름을 遮斷시키는것도 있다.

警報器의 機能은 주로 센서의 機能에 依存하고 있다. 可燃性가스의 센서方式으로써는 接觸燃燒式(熱線式), 半導體式, 熱傳導式등이 있으며 주로 使用되고 있는 接觸燃燒式과 半導體式에 대한 特徵을 紹介한다.

2-1. 接觸燃燒式 가스센서

可燃性가스를 包含한 空氣가 一定한 電流를 통하여 豫熱되어 있고 觸媒를 피복한 白金線 檢出素子에 接觸하면 接觸表面에서는 LEL(low explosive limit: 爆發下限界) 以下의 濃度에서도 可燃性가스와 酸素가 反應(燃燒)하고 反應熱(燃燒熱)이 發生한다. 이 熱로 인하여 白金線의 溫度가 上昇, 抵抗値가 增大한다. 이 變化가 電氣信號로 나타나게 된다.

① 熱에너지를 白金線 抵抗溫度計에 의해 檢知하기 때문에 高精密度性이 保障된다.

② 白金線의 補償素子를 利用하기 때문에 檢

出回路의 出力(最大 50mV 정도)이 적을지라도 信號對 雜音比(S/N 比)가 큰 信號가 얻어지기 때문에 電子回路를 使用, 增幅이 可能하고 따라서 高感度의 檢知器를 만드는 것이 可能하다.

③ 可燃性 物質만을 檢知한다. 水分이나 탄산가스등은 雜音原因이 되지 않는다.

④ 濃度에 比例한 電氣出力이 얻어진다.

⑤ 觸媒反應을 일으키는 活性度는 吸着活性度와 反應活性度의 곱으로 생각된다. 特定가스의 燃燒에 관한 吸着活性度 및 反應活性度는 각각 觸媒의 種類와 溫度에 依存하니까 어느 程度의 選擇的 檢知가 可能하다.

⑥ 選擇性이 적은 觸媒를 使用할 때는 分子發熱量에 거의 比例한 溫度上昇이 얻어지기 때문에 LEL規格化濃度에 대하여 電氣出力은 가스種類에 관계없이 거의 1 : 1의 對應値가 얻어진다. 따라서 칼로리메타로 利用 可能하다.

⑦ 空氣中에 몇 種類의 可燃性가스가 共存하는 混合가스에 대한 出力은 各成分가스 出力의 合과 같다. 特殊한 가스를 除外한 많은 가스에 대하여 加算規則이 成立한다. 따라서 混合가스에 대해서도 칼로리메타로 利用이 可能하다.

2-2. 金屬酸化物半導體式 가스센서

① 高感度性

半導體(주로 SnO_2)센서의 表面에 可燃性가스가 吸着하면 가스로 부터 半導體에 電子가 移動하여 半導體센서의 電導度가 變化한다. 이 電導度의 變化를 濃度로 表示한다.

半導體센서가 他센서에 비하여 重要한 差異點은 센서自體가 電氣信號의 增幅作用을 갖고있다는 법이다. 이때문에 센서 自身의 電導度가 微量의 가스吸着에 의해서도 相當히 變化하기 때문에 稀薄가스의 檢知가 可能하다.

現在 可燃性가스에 대해서는 數十 ppm 鹽素가스에 대해서는 數 ppm을 檢出하는 것이 可能하다.

② 可燃性가스 以外도 檢知

半導體 表面에 가스吸着만으로 直接 電導度 變化가 생기기 때문에 燃燒에 의한 發熱을 利用하는 것과는 달리 可燃性가스 以外의 가스도 檢出 可能하다.

現存 可燃性가스 외에 二酸化窒素, 黃化水素, 鹽素등의 各種가스에 대한 選擇的센서가 使用되고 있다.

③ 耐久性

被毒性가스에 의해 被毒된 경우에도 一過性이 있어 數時間 내지 數日後에는 원래의 特性으로 復元한다. 電導度의 變化가 表面의 反應活性度에 의한 것이 아니고 吸着活性度에 의한 것이기 때문에 經時的 變化가 없다. 이 점에서 長期 連續使用하여도 가스警報器로써의 適合한 特性을 가지고 있다.

現在 連續 10年以上 使用되고 있는 센서가 多數 存在하고 있다.

3. 漏出가스의 擧動과 檢知部의 設置

만약 플랜트(plant)에서 어떤 事故에의해 가스가漏出되었을때 警報器에 의해 迅速 正確하게 檢知하기 위해서는 檢知器를 效果的으로 配置하지 않으면 않된다. 勿論 수많은 檢知部를 配置할 수는 있으나 經濟的인 問題로 不可能하며 어느量 이상의 漏出가스를 一定 時間內에 필히 檢知할 수 있도록 最小限 配置하여야 한다.

이 設置問題는 警報器의 選擇 維持管理問題와 아울러 警報器를 效果的으로 使用하는데 있어서 큰 問題이며 가스의 種類, 플랜트의 配置, 周邊의 地形등의 狀況에 따라 千差萬別이기 때문에 該當工場의 特性에 따라 硏究되어야 할 問題이다. 따라서 여기서는 아주 一般的인 空氣中 漏出가스의 擧動과 그에 對應하는 檢知部의 設置位置에 대하여 記述한다.

3-1. 가스種類에 의한 差異

空氣中에 漏出한 가스는 一般的으로 그 比重에 의해서 流動狀態가 달라지기 때문에 化學的 性質에 의한 差異는 없다.(다만, 암모니아와 같이 空氣中의 水分과 結合하기 쉬운것 또는 酸素와 急激하게 反應하는 것은 다르다)

3-2. 屋內에서의 가스漏出

屋內 其他 閉鎖된 空間에 가스漏出이 發生한 경우는 外氣와의 交流가 적기 때문에 可燃性가스에 있어서는 爆發下限界濃度, 毒性가스에 있어서는 生命에 危險한 濃度에 쉽게 이르게 된다 또한 小量의 LPG가 漏出되면서 數日間 放置되었다가 큰 爆發事故를 招來한 例도 있다.

屋內에서의 漏出가스는 오로지 가스 比重에 의해 左右된다. 比重이 무거운 LPG, 有機溶劑 가스등은 바닥면 付近에 滯留하고 都市가스, 水素, 메탄과 같은 가벼운 가스는 天井附近에 滯留한다. (勿論, 自然擴散, 若干의 바람등에 의한 混合, 均一 狀態가 될려는 경향은 있지만 短期的으로는 이것을 無視하여도 좋다) 이에 관한 수많은 實驗例가 있지만 어느것이나 무거운 가스는 바닥면으로 부터 윗쪽으로 올라감에 따라 濃度기울기가 急激히 減小함을 보여주고 있다. 實際로 냄새를 섞은 LPG를 室內에 漏出한 경우 바닥면에서는 이미 爆發下限界以上에 달하여 있어도 바로 서 있는 사람의 코에서는 느낄 수 없는 경우도 가끔 發生하고 있다.

以上과 같은 理由에서 警報器의 檢知部는 比重이 무거운 가스는 바닥면에 가능한한 가깝게 漏出이 豫想되는 設備의 近處(燃燒器로부터 4m 以內)에 設置하여야 하며 가벼운 가스에 있어서는 天井에 가능한한 가깝게 附近에 吸氣口가 있을때는 吸氣口 近處에 設置하는 것이 必要하다.

그러나 다음과 같은 場所에는 設置를 制限하여야 한다.

① 出入口의 附近등 外部의 氣流가 빈번하게 流通하는곳

② 換氣를 위한 給氣口로부터 1.5m 以內의 場所

③ 가스 燃燒器의 廢가스에 接觸하기 쉬운 場所 등

日本의 法規에 의하면 警報濃度는 LEL의 1/4 이하, 設置個數는 周圍를 10m로 나눈 수로 되어있지만 有機溶劑 나프터 등 比重이 무거운 가스의 경우나 漏出源과의 사이에 遮蔽物의 存在등을 考慮하여 될수있는데로 낮은 濃度에서 警報를 발하는 쪽이 早期檢知를 위해서 有利하다.

3-3. 屋外에서의 가스漏出

屋外에서의 漏出가스의 擴散은 比重의 大小의에도 風向, 風速에 의해서 決定되며 결국 바람에 의해 稀薄해지고 바람을 타고 浮遊 擴散한다 가스濃度分布는 當然히 漏出量, 氣象條件, 障害物의 存在등에 의해 다르며 一般的으로 다음과 같다.

즉 漏出源의 附近 이외는

① 風向線과 直角方向의 濃度分布는 風向線上으로부터 距離가 멀어짐에 따라서 急激히 減少한다.

② 風向線上의 濃度는 急히 減少하지않고 帶狀으로 흐르며 風速의 變化에 의해 濃度가 增減한다.

③ 가스의 擴散角度는 風向이 一定하면 아주 좁고 風向이 變化하는데 따라서 넓어진다.

檢知部는 다음과 같이 특히 注意를 요하는 場所에 設置하여야 한다.

① 플랜지, 밸브등이 多數 存在하는 場所. 壓縮機, 펌프 등의 回轉機器의 附近, 容器 보관場所 탱크로리 充塡場 등의 가스가 새기 쉬운 場所

② 피트속, 防液堤의 內部, 防護壁의 뒤 등 가스가 滯留하기 쉬운 場所

③ 加熱爐등의 火氣를 取扱하는 器機의 부근, 計器室內등과 같이 着火源이 存在하는 場所

以外에도 全體 地域의 雰圍氣 檢知를 目的으로 設備群의 周邊에 配置한다. 檢知器는 限定된 數로 全體 地域을 監視하여야 하는 까닭에 가능한한 高感度의 것이 必要하다.

可燃性가스의 경우 LEL의 1/10~1/50의 濃度 LPG濃度濃度換算으로 2,000ppm~400ppm에서 警報를 發하는 것이 使用되고 있다.

4. 携帶式 各種 檢知器

4-1. 可燃性가스 檢知器

사람이 携帶하고 配管이나 밸브등으로부터의 가스漏出을 체크하기 위하여 使用하는 檢知器도 현저하게 進步되고 있다. 可燃性가스에 대하여는 一般的으로 接觸燃燒方式으로 LEL 0~100, 0~20의 눈금을 가진 自動吸引式이 使用되고 있으며 그 외에 高精密度의 것으로써 0~400ppm (isobutane 換算)의 機器가 있다. 그리고 주로 가스事業者를 위하여 埋設配管의 破損을 早期發見할 目的으로 數 cc/min 程度의 微小가스漏出을 檢知할 수 있는 檢知器가 開發되어 있다. 이것은 눈금표시는 없으나 數 ppm의 가스濃度를 探知, 信號를 發한다.

또한 漏出源을 찾기 위하여 氣體熱傳導度方式에 의한 0~100%의 가스濃度를 測定하는 檢知器가 있으며 目的에 따라서 選擇 使用하는 것이 可能하다. 이들 檢知器들은 모두 自體가 着火源이 되지 않도록 防爆形으로 되어있다.

4-2. 毒性가스 檢知器

可燃性의 毒性가스, 一酸化炭素, 벤젠, 아크로니트릴, 암모니아등에 대해서는 高感度의 可燃性가스 檢知器가 一般的으로 使用되고 있다. 測定範圍는 보통 一酸化炭素, 암모니아에 대해 0~1,000ppm, 벤젠 등 有機가스에 대해서는 0~300ppm 정도이다. 보통 漏出을 檢知하려고 하는 對象가스를 미리 알고있기 때문에 이런 타이프의 檢知器로 충분하지면 可燃性 雜가스중에서 對象가스를 選擇的으로 檢知하려는 경우가 있다(예를들면 燃燒가스중의 一酸化炭素 測定등) 이러한 要求에 따르기 위해 選擇的 毒性가스 檢知器가 여러가지 開發되어있다. 그 代表的 例가 定電位 電解法을 利用한 一酸化炭素 檢知器이며 이것은 共存하는 모든 雜가스의 영향을 받지않고 一酸化炭素0~300ppm의 範圍에서 指示精密度±10%, 連續使用 50時間의 포켓형 小型, 輕量의 機器이다.

이외에 黃化水素, 포스겐등 毒性가스에 대한 電氣化學的 方式에 의한 選擇的 檢知器가 開發되고있다.

5. 警報器 使用上의 留意點

現在 生產되고있는 警報器는 그 性能이 向上되고는 있으나 接觸燃燒式은 觸媒의 劣化로 인하여 檢知部가 鈍感하게 되는 問題가 있다. 特히 시리콘, 鹽素, 黃化水素에 의하 심하게 劣化된다고 한다.

半導體式은 雜가스에도 感度가 있고 絕對濕度에 感應하기 때문에 여름과 겨울에는 感度가 변하며 警報濃度는 絕對濕度를 考慮하여 設定하지 않으면 안된다.

이와같이 가스警報器는 長期 安定作動의 目的에는 充分하지 못하므로 隨時 點檢을 할 必要가 있다.

日本에서 設置되어있는 警報器에 대한 定期檢査結果의 一例를 보면 接觸燃燒式과 半導體方式의 警報器 177개중 156개를 調査한 結果 不合格이 33개로써 不合格率이 21%를 나타내고 있다.

6. 結　　論

以上으로 가스警報器에 대한 檢知原理, 漏出가스의 擴散擧動, 設置 位置에 대한 槪要를 略述하였다.

警報器는 探知하고자 하는 漏出가스의 種類와 設置場所에 따라 適合하게 選擇하고 有效하게 配置하여야 할 뿐만아니라 檢知部 自體가 가지고 있는 脆弱性 때문에 動作試驗을 定期的으로 實施하여 恒常 最善의 狀態로 維持, 管理하여야 한다.

아직 우리나라에서는 國家檢定을 필한 警報器 生產業體는 1個所밖에 되지 않으며 앞으로 더욱 性能이 좋은 製品이 開發, 普及되어야 하겠고 制度的으로도 警報器設置에 대한 具體的인 技術基準을 마련하고 이에 따른 보다넓은 弘報가 이루어져야 하겠다. (☆)

〈參 考 文 獻〉

○化學工場(日) : 第23卷, 第10號, 누설가스의 검지기술
○化學技術誌MOL(日) : 1981. 5월호, 누설가스의 특성과 가스 검지기의 설치장소 고찰
○고압가스(日) : Vol. 17, No. 10(1980) LP 가스의 안전장치 개발 연구
○設備와 管理(日) : 1981 12월호, 가스누설화재 경보설비의 설치방법
○電設工業(日) : 1981. 4월호, 위험장소의 점검 검출 기구

(詩)

故之欲明明

鄭 基 澤
〈本協會·光州支部〉

지난날
밤과낮 국경없이
眞理의 渴求로
부두(埠頭)號笛소리
꿈결들으며
이미
소시적 쏘아올린
立志의 화살,
태양과녁에 맞추려
하느적거리던
여러날들

어느덧
첫사회생활 첫직장
화합의일꾼이된지
하늘빛깔 여러번
바뀌었건만
내,
도대체 무엇이 어떻게
보탬이 되었던가.

삶,
뚜렷한 취지와
확고한 목표의식으로
그토록 샘솟는
詩感을 멀리하고
가락마저 멀리하며
흐느끼는 오동잎소리도
잊은체 전념하건만
역시 무엇을 어떻게
가족에게 得을 주고있는가.

하늘을 우러르고
대지를 내려다보아도
부끄럽지 않기를
한줏
깊게깊게 뿌리박고
燒身하여 衆生의
滋養分이 되기를,
늘상
반성하고 후회없는
날들을 살아
누구에게나
씌워진 굴레에
짓눌림없는
不動心을 固守하였건만
내,
도대체 무엇이
어떻게 형제들에
힘이되었던고,

지금껏
先輩들 義氣를 좇고
人品을 닮고
업적을 능가하기위해
늘주린 마음으로
남아 "20"에 나라를 정복하려
젊음을 修身으로 불태우나
아는 것이라고는 "無"요.
얻은것이라고는 失과 불완전이라
아직도
죽음을 草芥같이
여기지 못함은

弱한 信念때문은
아님인지,

그러기에
註1)"프롬"兄 말씀,
——부적절한 관념은
고뇌를 낳고
고뇌는 투쟁을,
투쟁은 결국
시간을 낭비케하여——
하여
기다리는 者들의
호소가 귓가에 맴돌아
아픈맘 헤적이며
늘그러하듯이
한귀절 읊주리며
中庸의 道를 찾는다.

註2) 故之欲明明 德於天下者
先治其國 欲治其國者
先濟其家 欲濟其家者
先修其身 欲修其身者
先正其心 欲正其心者
先誠其意 欲誠其意者
先致其知 致知在格物

註 : 1) 에이리히프롬(Erich From) 20세기 현대철학의 선구자로 헤겔, 프로이트의 영향을 많이 받은이로, 필자가 좋아하는 철학자임 (대표작 : 소유냐 존재냐)
2) 논어에 나오는 글귀로 필자가 즐겨 읊주리는思惟의 活力素임.