

火災 및 爆發의 現象論에 関한 소개

康 宗 權

〈慶熙大學校 教授〉

序 論

우리는 高壓가스 하면 금시 爆發할 危險性을 聯想하게 된다. 우리나라에서는 큰 火災 등이 주로 가스爆發로 일어났고 그 結果로서 많은 사람이 죽어갔기 때문이라 여겨진다.

1971年 12月 25日 9時 50分에 일어나서 地上 21層의 高層建物을 모두 태우고 165名의 人命을 앗아간 그 慘酷한 大然闊火災도 高壓가스(LDG)의 爆發로 始作되었던 것을 우리는 지금도 생생하게 記憶하고 있다. 그러나 高壓가스는 化學工場의 主原料로서 또는 中間製品으로서 大量으로 쓰이고 있으며 一般工場, 發電施設·家庭等에서도 重要한 에너지源으로서 앞으로 더욱 더 많이 使用하게 될 것으로 여겨지며, 天井 모르고 치닫고 있는 油類의 價格 暴騰으로 因하여 液化天然가스(LNG)等 가스의 利用度가 높은 燃料가스의 需要가 날이 갈수록 急増할 것으로 展望된다.

高壓가스는 生産過程에서부터 貯藏 輸送 販賣되는 途中에서 그리고 使用者의 手中에 들어가서도 자칫 잘못하면 漏洩되기 쉽고 누설되면 周圍의 空氣와 섞이 混合되어 爆發性 混合가스를

造成하며 着火될 때에는 可恐할 만한 爆發을 일으키는 것을 알고 있다.

一般的으로 가스爆發은 어떤 原因으로 特定한 空間에 머물러 있던 可燃性 混合가스에 着火되어 그곳의 壓力이 急激히 上昇함으로써 미치는 被害가 크고 그 가스爆發의 樣相이 그 壓力上昇의 形態에 따라 크게 달라지는데 그 特色이 있다.

即 壓力이 上昇하는 모양이 그 가스爆發이 일어난 空間이나 그곳에 造成된 混合가스의 狀態에 따라 큰 差異를 나타낸다.

따라서 가스爆發에 隨伴되는 建物이나 裝置의 被害를 未然에 防止하기 爲하여 그 設計段階에서부터 事故의 防止와 被害의 減少를 爲하여 가스爆發의 危險을 豫測하고 被害에 對한 豫想判斷을 내려야 한다.

危險을 豫測하고 被害를 豫想하여 여러 가지의 解析技法을 쓰려면 어떤 解析이나 手法을 쓰거나 간에 現象에 關한 知識이 緊要하다. 그 知識이 正確·詳細할수록 結果에 對한 信賴性은 높아지게 마련으므로 가스爆發에 依한 被害를 輕減시키거나 根本防止對策을 세으려면 多樣한 가스爆發의 過程에 關한 正確한 知識과 特히 各過程과 그 支配의 여러 要因과의 關係를 보다

詳細히 알아 두어야 할 必要가 있다.

그런 知識은 가스爆發現場에서 實施하는 詳細한 事故調査를 實施하여 여러 規模와 여러 가지 條件下에서의 가스爆發實驗과 基礎研究를 通하여야만 얻을 수 있다. 그러나 不特定場所에서 突然히 일어난 實際의 가스爆發事故의 推移를 살피고 發爆뒤의 現場에서 調査를 通하여 그런 知識을 얻는다는 것은 얼마나 어려운 일인지 모른다. 더구나 實物 크기의 가스爆發實驗은 많은 費用과 危險이 뒤따라기 때문에 여러 번 實施한다는 것은 實際 거의 不可能한 일이라 하여도 過言이 아니다.

그리고 實驗을 通하여 系統的으로 知識을 얻는다는 것도 쉽지 않다. 가스爆發現象의 相似法則이 밝혀지지 않은 現段階에서 小規模實驗 結果가 반드시 實物 크기의 現象을 推定하는데 適合하다고도 斷定할 수 없는 條件들이 있으므로 여기에도 여러 難點이 있는 것이 事實이다.

그러므로 여기서는 지금까지 알려진 各國의 研究結果를 體系的으로 整理하고 그 知識을 活用하는데 着眼하여 앞으로 安全管理에 도움을 줄 만한 것을 간추려서 紹介하고자 한다.

1. 가스爆發과 空間

가. 廣濶한 空間에서의 爆發

가스爆發을 일으킬 수 있는 可燃性 混合가스가 蓄積하고 있는 空間의 狀態에 따라서 가스爆發의 樣相은 달라진다.

空間의 半徑이 數十미터 程度가 될만치 廣濶하고 開放되어 있을 경우에는 비록 爆發性 混合가스가 形成되었다 하더라도 周圍에 있는 空氣의 擴散作用 등에 의하여 比較的 短時間內에 그 濃도가 稀薄해져서 곧 爆發下限界 以下로 떨어져 別危險性이 없어지는 것으로 推定된다.

萬一의 경우 이와 같이 濃도가 稀薄한 混合가스에 着火된다 하더라도 그 中心部位를 除外하고는 壓力波가 그리 크지 않아 被害는 크게 미치지 못한다. 그러나 可燃性가스의 種類에 따라

좀 다르지만 爆發性 混合가스가 形成되는 範圍가 커서 그 半徑이 數千미터에 이르면 壓力波에 의한 被害는 相當히 떨어진 먼 場所에까지 미치는 問題를 惹起시킬 것으로 봐야 한다. 이와 같은 경우 爆發에 의한 被害는 爆發性 混合가스가 形成하는 火炎球(fire ball)에서 뿜어내는 熱放射強度나 壓力波의 強度 또는 데티네이션(detonation, 爆轟)의 發生有無와 爆發性 混合가스의 種類 및 量 그리고 着火에너지의 量에 따라 그 被害가 크게 左右된다고 할 수 있다.

나. 閉塞된 空間에서의 爆發

가스爆發이 閉塞된 空間(confined area)에서 일어난 경우에는 그 空間의 모양과 그 空間을 構成하고 있는 壁面의 強度 등에 따라 그 나타나는 現象은 廣濶한 空間에 比하여 判異하다.

閉塞空間의 縱, 橫, 高, 中 任意의 두 方向의 길이의 比率이 거의 1이 되는 住居空間이나 어떤 裝置와 같은 空間에서의 가스爆發을 생각해 볼 경우 空間內에 있는 可燃性 混合가스의 濃度分布를 비롯하여 空間을 構成하고 있는 壁面 가운데 특히 脆弱한 部位와 그 強度 및 面積 등의 狀態가 重要하다. 또한 閉塞空間의 한 方向의 길이가 다른 두 方向에 比하여 훨씬 큰 管路나 DUCT內에서 가스爆發이 일어날 경우에는 混合가스의 濃도에 따라서는 爆發이 爆轟로 轉移하게 되므로 그 混合가스의 濃도나 管路 또는 DUCT의 形態나 內面의 狀態가 重要한 檢討對象이 되어야 한다(그림 1 參照).

이와 같이 多樣한 가스爆發現象 가운데 여기서는 主로 住居空間이나 어떤 種類의 裝置와 같이 그 縱, 橫, 高中 任意의 두 方向의 길이의 비가 거의 1이 되는 閉塞空間에서 일어나는 爆發現象에 關하여 우선 살펴 보기로 한다.

(1) 可燃性 混合가스의 形成

閉塞空間內에 可燃性가스가 流入되거나 或은 可燃性 液體의 蒸發 또는 可燃性固體의 昇華에 의하여 可燃性 가스가 發生할 때 거기에 空氣 可燃性 混合가스가 形成되게 된다.



亂流火災 亂流火災

메타비이송파 (煤氣波)

※ 管路나 덕트등 긴 閉塞空間에서 일어나는 가스 爆發

그림 (1) 가스爆發과 空間

(2) 着 火

可燃性 混合가스에 充分한 發火에너지가 作用할 때 着火된다.

(3) 火災의 傳播와 壓力의 上昇

可燃性 混合가스 가운데로 火災이 傳播될 때 閉塞空間內的 壓力이 上昇하고 閉塞空間을 이루고 있는 壁, 窓, 出入門等과 境界等 耐壓性이 比較的 좋지 않은 部分에 集中되어 破壞되고 開口部가 생긴다. 그러면 뒤이어 그 開口部를 통하여 可燃性 混合가스나 燃燒가스가 流出되게 된다.

(4) 壓力波, 火災, 有毒가스等的 發生

開口部가 생기면 그곳에서부터 壓力波가 發生되어 傳播되기 始作한다. 閉塞空間內에 可燃性가스가 殘留되어 있으면 곧 燃燒되며 閉塞空間內 또는 周邊에 可燃性 液體나 固體가 있어 着火되면 繼續하여 燃燒되어 마침내 큰 火災가 일어난다. 가스爆發時나 그 後에 火災가 일어날 때에는 여러 가지 有毒가스 등이 뒤이어 發生하게 된다.

2. 爆發性 混合가스의 形成

閉塞空間內에 있어서 爆發性 混合가스가 形成되는 狀況을 살펴보면 主로 閉塞空間의 容積, 換氣 및 可燃性氣體의 種類와 그 流入 狀態, 漏洩 또는 發生狀況에 따라 달라짐을 알 수 있다. 于先 閉塞空間內에 形成되는 可燃性가스의 平均濃度(\bar{X}_f)에 對하여 생각해보기로 한다.

閉塞空間의 容積을 V , 外部로 나가는 流出量을 基準한 換氣를 n (外部로부터 들어오는 流入量을 基準한 換氣率은 $n_i = n - Q/V$), 流入, 漏

洩 또는 發生되는 可燃性가스의 單位時間當 體積을 Q , 其濃度를 X_{f0} 로, 外部로 流出되는 氣體의 濃度를 \bar{X}_f 와 同等하다고 하면 單位時間에 閉塞空間內로 流入되는 可燃性氣體의 “물”數 $X_{f0}Q_a$ 와 거기서 流出되는 可燃性가스의 “물”數 $\bar{X}_f V a_n$ 의 差는 單位時間에 閉塞空間內에 增加하는 可燃性가스의 “물”數 $d(\bar{X}_f V a_n)/dt$ 와 同等하므로 다음 式을 얻을 수 있다.

$$(1) \frac{d(\bar{X}_f V)}{dt} = X_{f0}Q - \bar{X}_f V a_n$$

여기서 a_n 는 單位體積의 가스의 물數, t 는 時間이다.

初期에는 閉塞空間內에 可燃性 混合가스가 存在하지 않는 即 $t=0$ 에서 $\bar{X}_f=0$ 이므로 Q 및 n 가 時間的으로 變化하지 않고 一定하다고 하면 式(1)에서 다음 式을 求할 수 있다.

$$(2) \bar{X}_f = \left(\frac{Q}{V n}\right)(1 - \exp(-n t)) \alpha_{f0}$$

式(1)에서 다음과 같은 것도 알 수 있다.

$$\left. \begin{array}{l} \text{最終到達濃度: } Q X_{f0} / (V n) \\ \text{濃度增加所要時間: } \alpha_1 / n \\ \text{初期濃度增加速度: } Q X_{f0} / V \end{array} \right\} (3)$$

以上の 結果를 圖示하던 그림 2와 같이 된다. 이 그림을 보면 Q, V, X_{f0}, n 등에 따라 閉塞空間內的 可燃性 混合가스의 狀況이 變化하는 모습을 알 수 있다. 例를 들어 可燃性 混合가스가 發生된 것을 알아 차리고 換氣팬을 돌리거나 窓門을 열어 놓았을 때 等の 경우 등 換氣率이 變化된 때에 狀況도 곧 알 수 있다. 即 換氣率이 높아지면 閉塞空間內的 混合가스의 濃도가 急激히 低下될 것을 한 눈에 내다 볼 수 있다.

閉塞空間의 規模가 커지면 그 內部의 可燃性 混合가스의 濃도가 均一하게 되는 것은 特殊한 경우에 限한다. 理解를 돕기 위하여 閉塞空間內的 濃도의 分布相을 다음과 같은 特定時間, 條件下에서 살펴 보기로 한다.

閉塞空間 全體에 擴散되는 特定時間:

$$t_d \approx L^2 / D_f$$

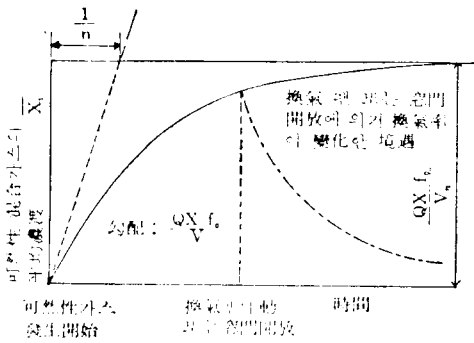


그림 (2) 可燃性 混合가스의 平均濃도와 時間變化

局所의 으로 擴散되는 特定時間 : $t_{d1} \approx l^2 / D_f$

對流의 特定時間 : $t_c \approx L_1 / V_1$

換氣의 特定時間 : $t_r \approx 1/n$

D_f可燃性氣體의 擴散係數

L閉塞空間의 特定 길이

l閉塞空間內 局所의 濃도가 不均一한 場의 代表的 거리

V_1閉塞空間內 代表的 對流速度

一般의 으로 D_f 는 $0.05 \sim 1.0 \text{ cm}^2/\text{s}$, L 의 距離를 通過하는 동안의 相對速度의 絶對值 V_1 의 平均値는 $10 \text{ cm/s} \sim 10 \text{ m/s}$ 程度이므로 相當히 작은 閉塞空間이 아니면 $t_d \ll t_c$ 로 되지 않는다. <表 1>의 Ⅲ, Ⅴ, Ⅵ의 경우는 거의 없을 것으로 여겨진다. 그러나 局所的으로 생각할 때 可燃性가스가 閉塞空間內에 流入할 때 그 噴流에 의하여 강한 混亂이 생기면 그 混亂의 代表的인 規模가 數미터미터 程度가 되고 L 이 數미터다가 되므로

$$\frac{t_{d1}}{t_c} = \frac{l^2 / V_1}{D_f L} \quad (4)$$

t_{d1} 와 t_c 의 比는 1보다 훨씬 적어진다. 即 $t_{d1} \ll t_c$ 로도 될 수 있다. 이런 경우 噴流의 下流에서 是 可燃性氣體의 濃도가 局所的으로는 같을 것으로 여겨진다.

<表 1> 狀況變動에 따른 可燃性가스 濃度分布의 形態變化

全体的 狀況		全体的 形態	局所의 狀況	局所의 樣子	備 考
I	$t_d > t_r > t_c$	濃도는 一定하며 높아 진다.	Ia $t_{d1} > t_c$	濃도는 一定하게 되지 않는다.	全体的으로 濃도가 一定하게 된 後 空間外로 流出
			Ib $t_{d1} < t_c$	濃도는 一定하게 된다.	
II	$t_d > t_c > t_r$	濃도는 一定하지 않으며 높아지지도 않는다.	IIa $t_{d1} > t_c$	濃도는 一定하게 되지 않는다.	全体的으로 濃도가 一定하게 되기전에 空間外로 流出
			IIb $t_{d1} < t_c$	濃도는 一定하게 된다.	
III	$t_r > t_c > t_d$	濃도는 一定하며 높아 진다.	$t_{d1} < t_c$	濃도는 一定하다.	小規模의 空間以外에서는 實現되기 힘들다.
IV	$t_r > t_d > t_c$	濃도는 一定하며 높아 진다.	IVa $t_{d1} > t_c$	濃도는 一定하게 되지 않는다.	全体的으로나 局所的으로도 濃도가 一定하게 된 後 空間外로 流出
			IVb $t_{d1} < t_c$	濃도는 一定하게 된다.	
V	$t_c > t_d > t_r$	濃도는 一定치 않으며 높아지지도 않는다.	$t_{d1} < t_c$	濃도는 一定하다.	小規模의 空間以外에서는 實現되기 힘들다.
VI	$t_c > t_r > t_d$	濃도는 一定치 않으며 높아지기 힘들다.	$t_{d1} < t_c$	濃도는 一定하다.	小規模의 空間以外에서는 實現되기 힘들다.

3. 爆發性 混合가스에 對한 着火

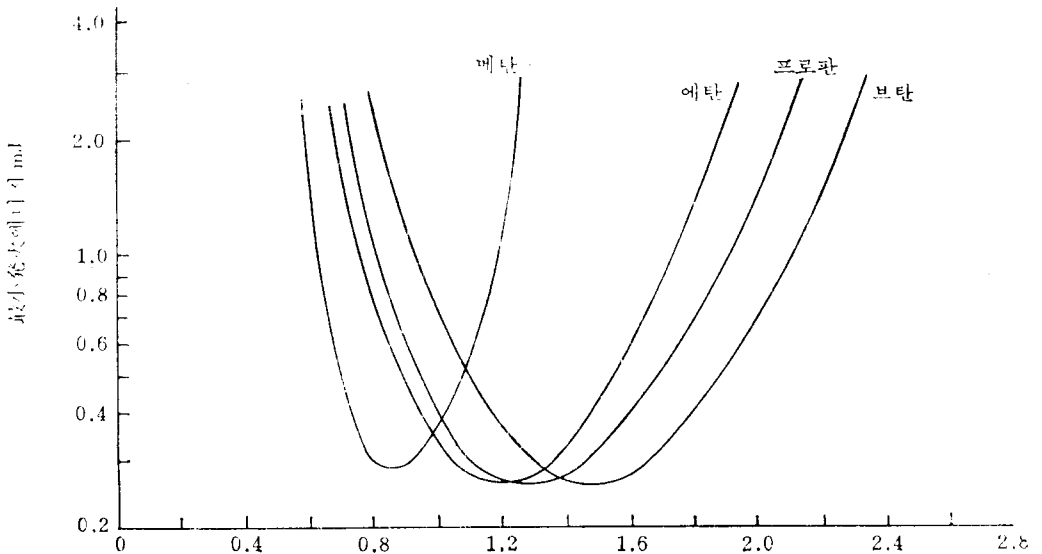
可燃性 混合가스에 對한 着火는 그 混合가스의 組成性분이 燃燒範圍內에 있고 거기에 化學反應을 開始하고 持續시킬만치 充分한 에너지를 賦與할 때 비로서 일어난다. 燃燒範圍는 混合가스의 溫度나 壓力 그리고 混合가스의 셋 가운데서 可燃性物質이나 酸化劑, 不燃性가스의 濃度等에 따라서 左右된다.

가스爆發의 경우 그 性質上的 上下 限界는 主要한 意味를 지닌다. 燃燒範圍(또는 爆發限界)는 一般的으로 溫度나 壓力이 上昇하면 그 範圍가 넓어지지만 下限界에 關한 限 壓力의 影響은 比較的 적다. 混合가스中에 不燃性가스 또는 燃燒를 抑制하는 가스의 比率이 커지면 燃燒範圍가 적어지는 것은 말할 나위도 없다.

着火에 必要한 最少 에너지 即 最少發火(着火)에너지는 混合가스의 溫度나 壓力과 混合가스中의 各 成分 濃度等에 따라 左右된다. 室溫 및 大氣壓下에서의 可燃性 混合가스의 最少發火 에너지는 그림 3과 같은데 그 混合比에 따라 最

少發火에너지가 크게 다른 것도 特異하다. 混合가스의 組成性분이 燃燒範圍內에 있더라도 거기에 주어진 에너지가 最少發火에너지 以下라면 着火되지 않을 것은 뻔하다. 또한 에너지가 크더라도 發火源의 溫度가 낮고 混合가스의 溫度를 充分히 높일 수 없는 경우에는 着火되지 않는다. 着火되려면 混合가스의 溫度가 化學反應을 開始하고 持續시키기에 充分한 溫度 以上으로 되어야 한다. 그러나 混合가스에 一旦 着火되더라도 곧 火災이 冷却되어 버리면 火災의 傳播는 中斷되는 수가 있다. 이와 같이 消炎에 依하여 火災이 傳播되지 않으면 結果的으로 着火되지 않은 點에 있어서 는 매한가지라고 할 수 있다.

그림 4에 나타낸 바와 같은 裝置를 써서 電極의 間隔을 變化시키면서 着火如否를 測定해보면 電氣스파크에너지 E 와 電極의 間隔 d 의 어떤 範圍內에서 着火됨을 알 수 있다. 이 結果에서 最少發火에너지와 消炎距離를 求할 수 있다. 이 消炎距離는 火災에 對한 固體面에 依한 冷却效果를 나타내므로 着火에 對한 評價를 할 때 混合가스에 주어진 에너지에 미친 周邊의 冷却 效



当量比 $\phi = (\text{燃料濃度} / \text{酸素濃度}) / (\text{燃料濃度} / \text{酸素濃度})$

그림 (3) 空氣와의 混合가스의 最小發火에너지

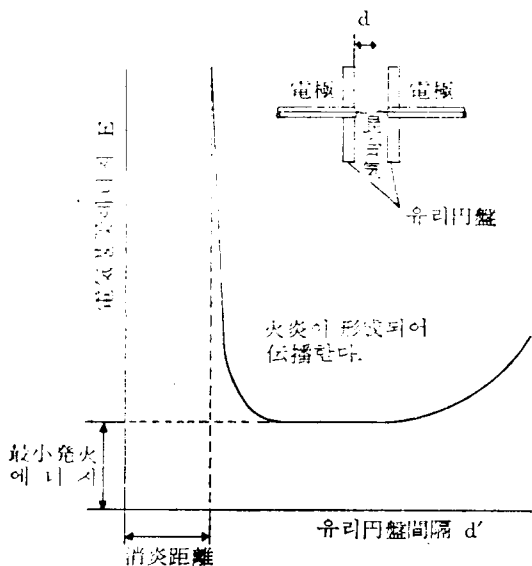


그림 (4) 最小發火에너지와 消炎距離의測定

또도 아울러考慮에 넣어야 함을 곧理解할 수 있다.

또한 消炎距離는 混合가스의 性質에 의하여 左右되지만 最少發火에너지나 消炎距離도 混合가스의 溫度를 爲始한 狀態와 外的인 條件과의 關係에 依存하는 量이므로 兩者間에는 密接한 關係가 있음을 推定할 수 있을 것이다.

4. 火炎의 傳播와 壓力의 上昇

閉塞空間內에 造成된 可燃性 混合가스에 着火되고 可燃性 混合가스가 完全히 燃燒될 때까지의 全過程을 要約해서 그려 보면 大略 그림 5와 같다. 混合가스에 發火에너지가 作用하여 着火되려고 할 때 着火點 周圍에 있는 固體壁 등의 影響을 받아 火炎이 冷却됨으로써 消炎되지 않는 限 火炎은 閉塞空間內로 傳播되어 가면서 壓力의 上昇을 가져오게 된다.

混合가스가 同一한 것이라면 發熱速度 Q 는 火炎面積 A_f 과 그 火炎單位面積當 單位時間에 通過하는 可燃性 混合가스의 速度 即 燃燒速度 S_L 및 可燃性 混合가스 單位體積當의 發熱量 H 의 積이라 할 수 있다.

$$Q = A_f \cdot S_L \cdot H \quad (5)$$

火炎面의 前方에 있는 可燃性 混合가스의 흐름이 흐트러지면 外觀上의 燃燒速度 S 는 S_L 보다 커져 다음 關係式이 成立된다.

$$A_f S_L = A_{fa} S \quad (\text{링글트 火炎모델,})$$

$$X_{fa} : \text{外觀上火炎面積} \quad (6)$$

S 와 A_{fa} 의 값을 求하게 되면 閉塞空間內에서 일어나는 發熱量도 求할 수 있고 壓力 P 의 上昇速度 dp/dt 도 求할 수 있다.

$$\frac{dp}{dt} = \frac{r_u A_{fa} S_p \left(\frac{\rho_u}{\rho_b} - 1 \right)}{V \left[1 - \frac{V_b}{V} \left(\frac{T_u}{r_b} - 1 \right) \right]} \quad (7)$$

ρ_u ; 可燃性 混合가스 密度

ρ_b ; 燃燒가스 密度

r_u ; 可燃性 混合氣의 比熱

r_b ; 燃燒가스의 比熱比

V_b ; 燃燒가스의 占有容積

S ; 一般的으로 火炎傳播速度 v_f 와 의 差

$$S = v_f - v_u \quad (8)$$

着火直後에 火炎面이 흐트러지지 않고 壓力上昇이 크지 않은 範圍內에서는 式 (7)을 쓰지 않더라도 다음 式으로 近似值을 얻을 수 있다.

$$\frac{P - P_0}{P_0} = \frac{C S_L^3 \cdot t^3}{V} \quad (9)$$

C ; 定數

P_0 ; 初期壓力

時刻 t 에 있어서의 P 와 P_0 의 差는 t^3 에 比例하는 셈이 된다. 實際 S_L 이 P 에 依存하므로 반드시 $P - P_0$ 는 t^3 에 比例하지는 않지만 式 (9)는 大概 그 壓力의 變化를 考慮하는데 도움이 될 수 있다.

閉塞空間內에서 壓力이 上昇될 때 閉塞空間을 構成하고 있는 壁面의 一部에 脆弱點이 있으면 가스爆發과 더불어 그 部分이 破壞되어 開口部를 形成하게 되며 그렇게 되면 自然 外部로 噴出되는 가스의 흐름 作用이 생겨 空間內 壓力의 急激한 變化가 생기게 된다.

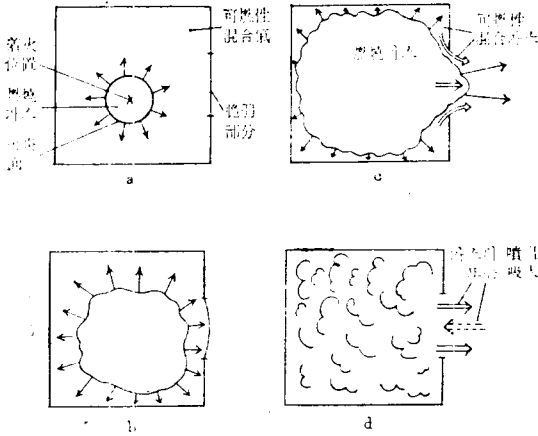


그림 (5) 閉塞空間의 가스爆發 모양

5. 開口部の 形成과 壓力波의 傳播

가스爆發이 일어날 境遇

建物 등에 있어서는 窓이나 出入門 등 耐壓性이 弱한 部分이, 그리고 可燃性가스를 다루는 裝置에 있어서는 破裂板等 設計上 마련된 耐壓

性이 弱한 部分이 破壞되어 壓力의 上昇이 抑制되므로 다른 壁面等의 構造는 破壞되지 않고도 일을 수습할 수 있다. 이와 같이 開口部의 作成은 가스爆發이 일어난 閉塞空間의 壁面等의 構造가 받게 될 被害를 考慮할 때 그 意義가 크다고 할 수 있다.

開口部가 되는 脆弱部分의 作動은 그 部分이 粘彈性의 物體라고 假定해보면 다음 式으로 나타낼 수 있다.

$$C \frac{d\varepsilon}{dt} + E\varepsilon = \sigma \quad (10)$$

C : 粘性係數

E : 彈性係數

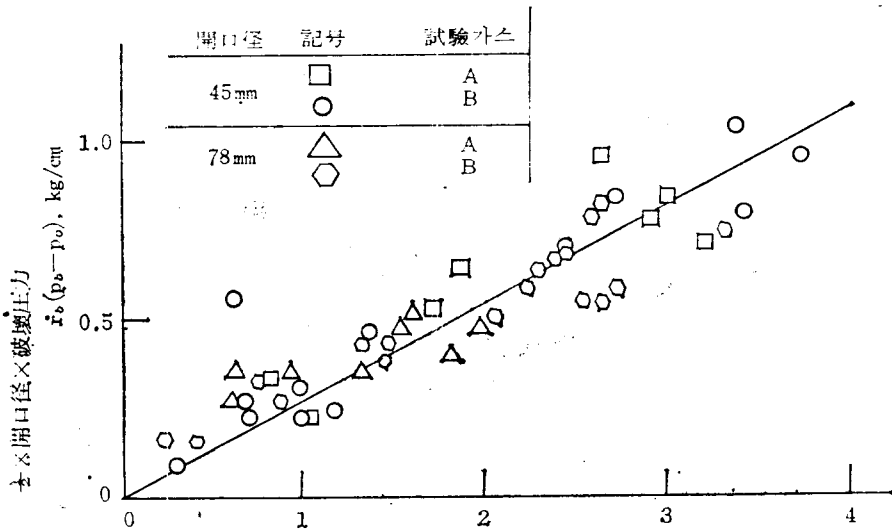
ε : 捩률(歪曲)

σ : 應力

脆弱部分의 破壞가 그 部分의 歪曲 ε 가 一定值에 達할 때 일어난다고 假定하면

$$\gamma_b^a (P_b - P_0) \beta \alpha \left(\frac{dp}{dt} \right)_b^{\frac{1}{2}} \quad (11)$$

γ_b : 開口部半徑



平均壓力上昇速度의 平方根 $\frac{dp}{dt}^{\frac{1}{2}}$, $\text{kg}^{\frac{1}{2}}, \text{cm}^{-1}, \text{sec}^{-\frac{1}{2}}$

그림 (6) 平均壓力上昇速度와 破壞壓力

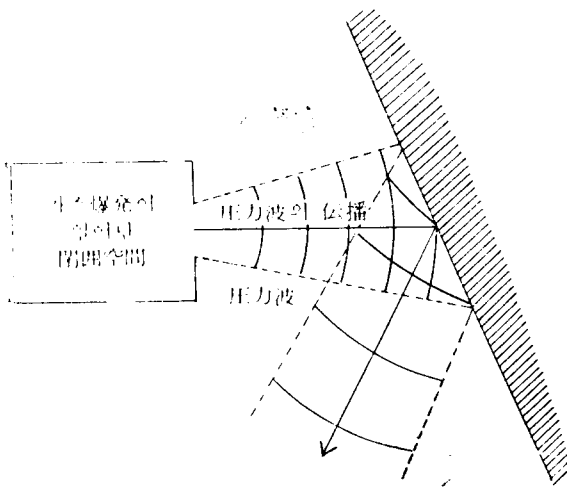


그림 (7) 壓力波의 傳播

b : 破壞時

α 및 β 值; $1 \sim 1/3, 1 \sim 5/6$

壓力波가 傳播될 때에는 通常의 波動이 傳해 지는 경우와 같이 物體表面에서 反射 또는 吸收 되고 密度勾配가 있는 場所에서는 屈折되기도 하며 物體의 後面에서는 回折된다.

物體의 表面에서 反射되는 경우에는 그림 6에 나타난 바와 같은 反射의 法則에 따르는 것으로 여겨진다.

생각지 못에 곳에 壓力波가 傳播되는 것은 이 反射나 가스體를 傳해가는 동안 氣溫이 不均等한 場所에서 일어나는 屈折에 依한 것이라고 한다.

閉塞空間內的 壓力이 大氣壓 보다 0.1kg/cm^2 만 높아져도 開口部가 생기고 發生도 壓力波가 傳播되는 途中에 漸次 弱해진다. 이 壓力을 받

은 面에 對하여 0.01kg/cm^2 의 壓力을 發生시켰다고 하면 이것은 100kg/m^2 와 同等한 힘이 衝擊力이 되어 面에 加해지게 되므로 그 壓力에 견딜 수 없는 部分은 자연 破壞된다고 하겠다. (그림 7 참조)

結 語

가스폭발에 關한 詳細한 知識은 그 被害의 豫想이나 爆發防止對策을 樹立하는데 必要不可缺하다고 하겠다.

가스폭발時의 壓力의 作動 또는 爆發뒤 火災로 移行해 나갈 때 생기는 有毒性가스로 因한 被害는 事實上 壓力에 依한 被害보다 더 酷甚할 경우가 많으므로 가스폭발로 因한 危險性 評價에는 空間外에도 人員配置, 動作 등 보다 廣範하고 慎重한 考慮가 必用되어야 할 것으로 믿는다. 特히 이 가스폭발分野에 對한 깊은 研究가 보다 活潑히 進行되어야 할 것이므로 많은 安全工學徒의 加一層의 發奮을 促求한다.

〈參 考 文 獻〉

正用強, 가스폭발의 諸問題, 1975.

平野敏右, 가스폭발について—その理論的な考
え方の 基礎, 1978. 濃度勾配のある 可燃
性 混合氣의 爆發壓力 安全工學 18-1, 28
(1979).

R.M. Fristrom and A.A. Westenberg: Fla-
me Structure, McGraw-Hill New York
(1965).