

爆發火災 災害에 對하여

武內 讓二*

爆發火災災害는 化學工業, 建設業, 鑛業, 造船業을 비롯하여 많은 事業場에서 發生하고있어 最近에는 서비스業(레스토랑 等)에도 發生하고 있다. 한번 發生하면 큰 事故에 번지는 例가 많다.

爆發災害의 大部分은 可燃性GAS, 蒸氣에 의한 것인데, 可燃性GAS·蒸氣와 空氣 또는 酸素와 混合된것에 點火源을 주면 極히 短時間에서 爆發이 일어나 發生한 爆發壓力에 의해 多大한 被害를 갖고온다는 것이다.

最近에는 化學工業에 있어 石油精製·石油化學外에 染料·醫藥品·農藥·觸媒等 製造分野의 소위 화인케미칼에 있어서 DIAZO化合物, 過氧化物等의 反應성이 높은 化學物質이나, 反應性, 分解性등에 대하여 충분히 解明되지않고있는 化學物質이 많이 사용되고 있어 그 取扱·製造·貯藏·運搬方法에 의해서는 爆發이나 激한 反應을 일으키는 危險성을 갖고있기 때문이다. 이 외에도 都市GAS·LPG를 사용하고 있는 工場·事業場의 爆發火災·粉塵爆發·水蒸氣 爆發·또한 飲食店이나 레저施設 燃料GAS의 漏泄, 建設現場의 塗裝中 有機溶劑 蒸氣의 爆發, 坑道에 있어서의 메탄GAS 着火 爆發事故 等 發生이 점점 넓어지고 있다.

1. 燃燒

(1) 燃燒

① 燃燒의 條件

燃燒란 빛(光)과 熱을 同伴하는 酸化反應이고, 燃燒에 의해 사람이나 社會的 財產에 被害

를 미치는 것을 火災라고 한다. 燃燒에는 다음의 3가지 條件을 必要로 한다.

가. 酸化되기쉬운 物質, 즉 可燃物일 것.

나. 酸化성의 것, 즉 空氣中에 酸素나 酸化劑 등이 있을 것.

다. 熱에너지의 供給源, 즉 熱源이 있을 것.

可燃物이 燃燒하려면 空氣中에서 可燃物이 燃燒를 開始할 수 있는 溫度까지 높일 것, 例를 들면 木材이면 250℃~260℃. 이 온도를 發火 溫度라 한다.

표-1. 各種可燃性的 發火溫度

可燃物	發火溫度	可燃物	發火溫度
木材	250~260℃	黃磷	30℃
木炭	300	重油	260
瀝青炭	360	燈油	210
褐炭	300	가솔린	257
無煙炭	490	메칠알콜	363
코크스	500	메칠탄	537
파라핀왁스	400	수소	500
黃赤	232	일산화탄소	609
赤磷	260	아세치렌	305

物體의 燃燒는 酸化反應이고 一旦 反應이 開始되면 發熱로 溫度가 急上昇하여 그로인해 反應速度가 促進되어 더 높은 溫度上昇을 일으킨다. 이와같이 생긴 高溫度에 의해 急激한 가스膨脹을 가지고 오므로 破壞가 일어난다. 이것이 爆發이다. 普通의 燃燒와 一般火災에서 爆發이 되지않은것은 空氣에 의해 供給되는 酸素의 供給速度가 一定하므로 定常燃燒하는 것이다. 可燃性的 GAS·蒸氣나 粉塵은 空氣에 擴散하여 酸素와 分子끼리 合하여 酸素가 이것

* 資源工學部門, 技術士

등의 燃燒分子를 쉽게 化合할 수 있으므로 이러한 상태에서 燃燒가 시작하면 爆發에 미친다.

(2) 自然發熱과 自然發火

自然發火는 自然發熱에 依한 熱이 蓄積되어 物質의 自然發火溫度(發火點)에 達하여 燃燒에 이른 現象이다. 自然發火를 일으킨 物質은 他部에서의 熱源이 없어도 燃燒한다. 物質의 溫度가 發火溫度에 達하여 空氣中에서 自然發火하여 燃燒하면 自然發火現象인데, 密閉空間內에서 反應 物質이 自然發火를 일으키면 空間內部的 壓力이 急上昇하여 爆發을 일으키게 된다.

표-2. 自然發火의 分類

①	酸化發熱	不飽和性 油脂, 金屬粉, 石炭 등
②	分解發熱	硝化線, 셀룰로이드
③	吸着發熱	活性炭, 其他炭素, 粉末類 등
④	中合發熱	液化시안化水素 등
⑤	吸水發熱	카바이트, 五酸化磷 등
⑥	混觸發熱	酸化性物質과 還元性 物質의 組合
⑦	醱酵發熱	乾草, 乾糞

2. 爆發

(1) 爆發現象

爆發은 化學變化에 따른 壓力의 急激한 發生 또는 開放의 結果로서 爆音を 同伴한 GAS膨脹등이 일어나는 現象.

- ① 可燃性GAS, 空氣의 爆發(아세틸렌, 메탄, 가솔린 등)
- ② 分解爆發性GAS의 爆發(아세틸렌, 酸化에틸렌)
- ③ 可燃性mist의 爆發(噴出한 作動油, 디젤 기관內의 輕油 등)
- ④ 可燃性粉塵의 爆發(프라스틱 粉末, 穀粉, 炭塵, 金屬粉末 등)
- ⑤ 固體, 液體의 分解爆發(火藥類, 有機過酸化物等)
- ⑥ 水蒸氣爆發(溶融金屬, 溶融鹽과 물의 接

觸이나 보일러 爆發과 같은 急激한 물의 沸騰)

⑦ 反應暴走

爆發의 播速度는 音速以下인데 音速을 넘는 激한 爆發을 瀑轟(Detonation) 이라고하고 여기까지 달하면 被害도 크다.

爆發과 燃燒가 連鎖的으로 發生하는것이 例이다.

(2) 爆發限界

可燃性GAS와 粉塵은 空氣 또는 酸素와의 混合氣中에서 限定된 濃度範圍일때만 爆發한다.

이 濃度內에 있지 않으면 火災는 傳播하지 않는다.

표-3. 1氣壓, 25℃空氣中爆發限界

物 質	下限界	上限界	物 質	下限界	上限界
水 素	4.0	75	벤 젠	1.3	7.9
一酸化炭素	12.5	74	톨 루 엔	1.2	7.1
메 탄	5.0	15.0	아 세 톤	2.6	13
에 탄	3.0	12.4	암 모 니 아	15	28
프 로 판	2.1	9.5	가 솔 린	1.3	7.1
에 틸 렌	2.7	3.6			

(3) 着火源

自然發熱을 일으키는 것은 그 自身의 反應熱이 蓄積하여, 自然發火로 되는 경우가 있다. 그러나 可燃性的 GAS 蒸氣와 粉塵일때 空氣와 混合한 것으로서는 發火, 爆發은 하지않는다. 꼭 發火에 必要한 에너지를 갖는 着火源이 있어야 한다.

표-4. 着火源

分 類	性 狀
電氣的 着火源	① 電氣불꽃, ② 靜電氣불꽃
高溫 着火源	③ 高溫表面, ④ 熱輻射
衝擊的 着火源	⑤ 衝擊·摩擦, ⑥ 斷熱壓縮
科學的 着火源	⑦ 火災 ⑧ 自然發火

(4) 危險物의 性狀

- ① 爆發性的 것

代表的인 것으로 질산에스터類, 나이트로化合物이었다.

② 發火性的 것

代表的인 것으로 金屬Na, 金屬K, 黃磷, 金屬粉等

③ 酸化性的 것

鹽素酸鹽類, 過鹽素酸鹽類, 無機過酸化合物, 窒酸鹽類等이다.

④ 引火性的 液體

引火性的 液體는 空氣와 接觸한 狀態에서 加熱되면 外部에서 火氣를 接近시키지 않아도 發火한다. 이 發火의 最低溫度를 發火點이라한다. 引火性 液體는 그 表面에서 蒸發한 蒸氣와 空氣의 混合氣를 生成하여 조금의 에너지에서 燃燒爆發을 일으킨다. 이 爆發性 混合氣를 形成하는 最低溫度를 그 液體의 引火點이라한다.

安全對策

- 1) 引火點以下の 溫度에서 取扱.
- 2) 漏洩防止에 萬全을 期한다.
- 3) 製造, 取扱設備는 原則으로 屋外에 設置하고 屋內는 充分한 排氣·通風을 한다.

표-5. 引火性液體의 性狀

物 質 名	引火點 ℃	爆 發 限 界v%	發 火 點 ℃	蒸氣密度 (空氣=1)
아 세 톤	-20	2.1~13	465	2.0
에탄올(메칠알콜)	13	3.3~19	363	1.6
가 솔 린	-43	1.4~7.6	257.2	3~4
스 티 리 렌	32	1.1~6.1	490	3.6
톨 루 엔	4	1.2~7.1	480	3.1
벤 젠	-11	1.3~7.1	498	2.8
메탄올(메칠알콜)	11	6.0~36	385	1.1

(5) 可燃性 GAS

可燃性 GAS는 常溫常壓에서 이것이 空氣酸素, 其他酸化性的 氣體와 어느 一定의 濃度範圍, 즉 爆發限度內에 混合하고 있을때에 點火 에너지가 주어지면 火災가 急速히 混合GAS中에 傳播하여 爆發한다.

(6) 可燃性粉塵

可燃性粉塵 그 自體는 危險物은 아니다. 그

표-6. 可燃性 GAS의 性狀

物 質 名	爆 發 限 界 v%	發 火 點 ℃	蒸氣密度 (空氣=1)
아 세 톤 렌	25~100	305	0.9
암 모 니 아	16~25	651	0.6
일 산 화 탄 소	12.5~74	609	1.0
에 톤 렌	2.7~36.0	450	1.0
염 화 비 닐	3.6~23	472.2	2.2
수 소	4.0~75	500	0.1
프 로 판	2.1~9.5	432	1.6
메 탄	5.0~15.0	537	0.6
黃 化 水 素	4.0~44.0	260	1.2

러나 空氣中에 浮遊하고있는 粉塵은 可燃性 GAS 爆發과 같이 적은에너지로 爆發을 일으키는 危險性이 있다. 一般으로 가늘(細)게 잘 乾燥한 것일 수록 着火하기 쉽고 爆發力도 크다.

표-7. 可燃性粉塵의 性狀(浮遊狀態)

物 質 名	爆 發 限 界 g/ 空 氣 m3	發 火 點 ℃
Mg 粉	20以上	520
Al 粉	35以上	645
Zn 粉	500以上	680
Tl 粉	45以上	460
石 炭 粉(漚 靑 炭)	35以上	610
黃 澱 粉	35以上	190
澱 粉	45以上	470
小 麥 粉	60以上	470
폴리에틸렌수지粉	15以上	490

3. 火災防止

(1) 火災의 性狀

最初에 發火源에서 느슨한 모양으로 키워가 建具家具, 壁등에 着火하면 室內의 條件에 左右되며 空氣不充分이면 溫度는 그다지 上昇하지않는다.

프라스틱製 家具, 木製로된 壁, 천정일때는 室 전체가 한꺼번에 타들어가 flash over를 일으킨다. 內裝물달等 不燃劑를 쓰고있으면 느린 火災의 進行으로 flash over에는 되는데 煙氣도 적고 消火에 쓰게된다.

(2) 煙氣死

빌딩火災로 한꺼번에多數의死亡者를 낸例가 많은데 煙氣로 因해 方向을 잃어 窒息 또는 가스中毒(一酸化炭素)으로 死亡者(煙氣死)가 나온다.

① 酸素不足

산소부족은 筋肉運動의 低下와 腦機能의 障害를 가져온다.

② 炭酸가스

燃燒에 따른 酸素의 消費와 같이 炭酸가스가 發生한다. 炭酸가스는 毒性은 弱하나 高濃度에서는 窒息死한다.

③ 一酸化炭素 中毒

不完全燃燒나 赤熱炭素에 依한 炭酸가스의 還元에 의해 一酸化炭素가 必然的으로 發生한다. 一酸化炭素는 血液中の 헤모글로빈과 結合하여 體內 酸素의 供給力을 妨害한다.

④ 熱分解가스에 의한 危險

프라스틱 뿐만아니라 天然品도 燃燒나 高熱에 의해 分解가스化 하여 여러 有害物質을 發生한다.

가. 鹽化水素(鹽化비닐의 熱分解에 의해 생긴다.)

나. 시안化水素(火災시 아크릴樹脂가 燃燒하면 잘일어난다.)

다. 호스켄 「염화탄소수소(四鹽化炭素, 크로로포름, 크리클로로메탄 등)은 高熱火災

로 Phosgen이 발생한다.」

(3) 防火管理

火災防止를 爲해 平常時의 管理와 火災發生時의 活動으로 大別, 事業場의 業態, 建築物, 設備등에 따라 防火管理의 內容은 달라진다.

過去의 災害事例에서는 警報設備의 不備가 아주 많았다.

(4) 케이블 火災

都市型 災害의 典型的인 것으로 되었는데 電氣地下케이블, 地下鐵變電所의 케이블 火災, 通信케이블, 都市의 機能을 麻痺시키는 重大한 災해를 일으킨다.

難燃케이블의 使用, 構築物의 防火區域의 設定·熱感知器와 連動한 消火設備의 設定이 必要不可缺이다.

4. 맺음말

産業의, 發展을 위해 安全에 미치는 役割은 크고 廣範圍하다. 韓·日兩國의 技術士間에 安全을 테마로하여 共通項目으로 調査研究하여 安全의 確保와 安全의 向上에 寄與할 것은 兩國의 友好로서도 좋은 일이라 생각한다. 兩國의 技術士間에 이 테마로 할수있는 支援과 協력이 열매를 맺을것을 期待하고 싶다. 科學技術의 協力は 평화의 架橋이고 심볼이다.