

火災原因 考察

宋 柱 翔

<點檢 1 部次長>

科學이 發達되고 새로운 文明의 利器들이 登場함에 따라서 人類에게 災殃을 주는 要因들이 漸次로 減少되어야 함에도 不拘하고 現實은 그와 正反對로서 各種 火災要因들이 더욱 複雜多樣해지고 있으며, 이로인해 最近 우리 周邊에서는 크고 작은 火災事故로 인하여 人命과 財産上의 被害가 날로 增加되고 있는 實情이다.

따라서 本稿는 火災原因에 關한 外國의 調査例等を 參考로 하여 몇가지 火災原因에 대한 現象 및 그 調査要領을 未洽하나마 간단히 考察하여 보고자 한다.

I. 混觸 火災

1. 混觸發火에 의한 火災

二種以上の 藥品이 混合 또는 相互接觸하여 發火하는 것을 混觸(또는 混合) 發火라고 부른다.

無水크롬酸(chromium acid anhydride)에 글리시(grease), 알콜(alcohol) 등이 混合하면 即時發火하며, 亞鹽素酸나트륨(chlorous acid sodium)과 蓆酸(oxalic acid) 또는 티오黃酸나트륨(sodium thiosulfate)을 混合하여도 똑같이 發火한다. 亞窒化바리움(barium azide)에 四鹽化炭素(carbon tetrachloride)를 混合하게 되면, 單

獨으로는 安全한 亞窒化바리움이 分解爆發하기 쉽게되며, 黃酸 등의 強酸이 鹽素酸鹽類 및 過鹽素酸鹽類 등과 混合하여도 보다 強한 酸化性物質이 發生, 이것과 有機物이 混觸하면 發火 또는 爆發한다.

이와같은 混觸發火性物質은 混觸하는 對象物質에 따라서 發火危險性이 상당히 다르다. 混觸發火危險性의 類形을 다음에 記述한다.

- (1) 爆發性的의 化合物을 生成하는 部類.
- (2) 即時 혹은 一定時間 경과후 分解發火 또는 爆發하는 部類.
- (3) 爆發性的의 混合物을 生成하는 部類.
- (4) 可燃性가스를 生成하는 部類.

混觸發火하는 部類를 判定하기 위하여서는 個物物質의 性狀을 調査, 必要에 應한 混合試驗을 行하여 判斷하지 않으면 안된다. 同一部類의 混合發火試驗에 있어서도 그 濃度와 環境溫度, 濕度 등에 따라서 發火가 되지 않는 경우와 燃燒가 심하게 發生하는 경우 등의 燃燒特性이 현저히 다르게 되는것 등에 특히 注意할 必要가 있다.

商品中에 含有되어 있는 藥品, 例를들면 콜드 퍼어머液의 第一液[還元劑로서 티오글리콜酸(thio glycollic acid), 암모니움(ammonium)溶液]과 第二液[酸化劑로서 臭素酸카리움(potassium bromate)溶液], 漂白劑와 可燃物, 農藥種類的의 混觸等 日常生活에서 우리주위에 가까이있

는 物質의 混觸發火 危險性에 特히 注意할 必要가 있다.

日常生活에서 우리 주위에 있는 化學物質等은 使用者가 그 危險性에 대하여 어느정도 認識하고, 그 使用方法等에 대하여도 잘 알고 있는 경우는 많으나, 그 物質의 成分 및 內包하고 있는 成質等은 알지 못하는 경우가 많다.

以上, 混觸發火의 概要에 대하여 記述하였으

나 混觸發火의 危險性에 대한 全般的인 內容을 나타내기는 어려운 點이 있다.

事例로서 最近 混觸發火危險이 많은것은 酸化性物質과 還元性物質의 組合이 가장 많고, 그다음이 酸化性物質과 可燃性物質의 組合이다. 外國의 事例를 中心으로 混觸時, 發火 및 爆發 위험이 대단히 큰 酸化性物質과 還元性 物質의 組合을 表-1에 나타낸다.

表-1. 混觸時 危險이 큰 酸化 및 還元性 物質

混 觸 危 險 物 質		現 象
酸 化 性	還 元 性	
無水크롬酸(chromium acid anhydride)	아닐린(aniline)	發火
	신 나(thinner)	"
	아세톤(acetone)	"
	無水酢酸(acetic anhydride)	爆發
	알 콜(alcohol)	發火
	글리스(grease)	爆發
鹽素(chlorine)	黃 磷(yellow phosphor)	發火
	아세치렌(acetylene)	"
	암모니아(ammonia)	"
	안티몬粉沫(antimon 粉沫)	" , 爆發
臭素(bromine)	金屬粉	
臭素 酸카리움(potassium bromate)	티오글리콜酸 암모니움(thioglycollic acid ammonium)	發火
	過酸化 암모늄(persulfuric acid ammonium)	"
鹽化窒素(nitrogen chloride)	磷(phosphorus)	爆發
	脂肪油	"
	고 무(gum)	"
	砒 素(arsenic)	"
	테레핀油	"
漂白粉	아세치렌(acetylene)	發火
	鹽化암모늄(ammonium chloride)	爆發
크롬酸鉛(lead chromate)	魚油	發火
亞窒化바리움(barium azide)	四鹽化炭素(carbon tetrachloride)	摩擦發火
피크린酸(picric acid)	生石灰	發火
酸化鐵	溶解알미늄	爆發

混 觸 危 險 物 質		現 象
酸 化 性	還 元 性	
無水말레인酸(maleic acid anhydride)	苛性소다	爆發
鹽素酸칼륨(potassium chlorate)	硫黃(sulphur) 磷(phosphorus) 黃化안티몬(antimony sulfide) 金屬粉 木 炭	爆發 " " " "
亞鹽素酸칼륨(potassium chlorous acid)	二黃化 炭素(carbon disulfide)	發火
過鹽素酸 칼륨(potassium perchlorate)	하이드러진(hydrazine) 木炭, 可燃物等 에틸(ether) 金屬粉	發火, 爆發 " " " " " "
亞鹽素酸나트륨(sodium chlorite)	蓚酸(oxalic acid) 티오黃酸나트륨(sodium thiosulfate)	發火 "
硝酸암모늄(ammonium nitrate)	硫 黃(sulphur) 磷(phosphorus) 木 炭 金屬粉 黃 化안티몬(antimony sulfide) 亞 鉛	發火, 爆發 " " " " " " " " " "
亞硝酸 나트륨(sodium nitrite)	鹽化암모늄(ammonium chloride) 炭 素(carbon)	加熱, 爆發 發火
亞硝酸(nitrous acid)	시안(靑素)(cyanogen) 알 콜(alcohol) 마론酸(malonic acid)	發火 加熱衝激, 爆發

2. 調 査 要 領

混觸發火에 의한 火災는 發火原因이 되는것이 주로 藥品類等으로서, 發火하게 되면 炭化, 變質, 蒸發等으로 原形을 保存하기 어려운 實情이다.

따라서 最小限의 殘存物을 根據로하여 이를 調查하고자 할 때, 關係者의 진술, 文獻等에 의한 物質의 性狀, 推定되는 當時의 環境條件等, 關聯된 狀況에 依存하여 判定하지 않으면 안된다.

參考로 調查要領을 몇가지 記述하면,

- (1) 發火個所에 어떤 物質이 얼마만큼의 量으로 어떤 狀態로 備置되어 있는가?
- (2) 發火個所에 備置되어 있는 物質이 어떤成分을 가지고, 어떠한 成質 및 形狀을 가지고 있는가?
- (3) 發火個所에 備置하고 있는 物質의 用途 및 發火個所에 搬入하기까지의 流通經路上의 取扱狀況을 調査.
- (4) 發火個所의 用途 및 作業內容, 發火前의

混 觸 危 險 物 酸		現 象
酸 化 性	還 元 性	
重크롬酸카리(bichromate potash)	黃 酸(sulfuric acid) 하이드러진(hydrazine) 하이드러시라민(水酸基)(hydroxylamine)	發火, 爆火 " " " "
過망간酸칼륨(patassium permanganate)	글리세린(glycerin) 톨루엔술폰아미드(toluenesulfonic amid) 硫 黃(sulphur) 木 炭 金屬粉 磷(phosphorus) 黃화안티몬(antimony sulfide) (黃酸+砂糖)	發火 " " " " " " " , 爆發
過酸化水素(hydrogen peroxide)	알 콜(alcohol) 水화하이드러진(水化 hydrazine) 木炭, 木毛 硫黃 金屬粉	爆發 發火 " " , 摩擦爆發 " "
過酸化칼륨(potassium peroxide)	알미늄粉末+水 硫 黃(sulphur) 朱 錫(tin) 硅 素(silicon) 마그네슘(magnesium)	發火 加熱發火, 摩擦爆發 " " " " " "
發煙硝酸(fuming nitric acid) 濃硝酸	기시렌 磷化水素(hydrogen phosphide) 黃化水素 테레핀油 아닐린(aniline)	發火, 爆發 " " " " " " " "

取扱狀態를 調査.

(5) 發火個所의 溫度, 濕度, 採光等の 環境條件은 어떠한가?

(6) 最初發見者, 初期消火者等 火災初期狀況의 目擊者가 본 延燒狀況, 火炎과 煙氣의 色 및 強度等の 狀況은 어떠한가?

(7) 前記의 調査結果를 參考로 燃燒의 特徵을 調査.

以上の 要領으로 調査를 進行한다.

混觸發火를 일으키는 物質은 化學的으로도 不安定한 物質이 많으며, 衝擊과 加熱에 의하여 發

熱 發火한다.

例를 들면 消防法 別表의 第1類, 第5類의 危險物은 物質에 따라 程度의 차이는 있으나 衝擊과 加熱에 의해 發火한다.

따라서 混觸이 일어날 可能性이 있는가, 特別容器에 收納되어 있는 것은 어떠한 過程을 經過하여 混觸을 일으키는가를 檢討, 物質單獨으로 發火할 可能性과 다른 火源에 의해 發火할 可能性等を 慎重히 檢討할 必要가 있다.

混觸發火에 의한 火災事例를 여기에 記述한다.

事例 1. 메칠에칠케톤퍼옥사이드에 의한 火災
 메칠에칠케톤퍼옥사이드(以下 MEKPO 라고
 한다)는 有機過酸化物的 一種으로서 市販되고
 있다. 市販品은 MEKPO에 프탈酸디메칠(dimethyl phthalate), 프탈酸디부칠(dibutyl phthalate) 등의 可塑劑를 使用, 50~60%로 希釋하여, 폴리에스틸(polyester) 樹脂의 硬化用觸媒로서 使用되고 있다.

이의 性狀은 다음과 같다.

表-2. MEKPO의 性狀

融 點	——20°C 以下
分 解 點	——75°C 以上
引 火 點	——58°C 以上
發 火 點	——205°C
活性酸素量	——約 11%
比 重	——約 1.12

(1) 無色으로 特有의 냄새가 있으며, 油狀의 液體이고, 물에 약간 溶解, 알콜(alcohol), 에틸(ether), 케톤(ketone)類에 可溶, 芳香族炭化水素, 鹽素化炭化水素에는 잘 녹지 않음.

(2) 常溫에서는 대략 安定한 편이나, 自然分解하여 가스를 發生한다. 40°C 以上에서 分解가 進行되고 110°C를 超過하면 多量의 白煙이 發生, 分解가스가 異物質에 接觸되면 發火한다.

(3) 알카리性物質 및 表面活性을 가진 物質에 接觸하면 分解가 促進된다. 特히 鐵, 銅, 鉛 등의 金屬 또는 이의 化合物인 망간鹽類, 나프텐酸코발트(naphthenic acid cobalt) 등에 의해 分解가 현저히 促進되어 發火, 爆發한다.

(4) 紫外線에 의해서도 分解되며, 강한 衝擊을 받으면 爆發을 일으킨다.

(5) 珪素土, 종이, 綿纖維 등과 常溫에서 長期間 接觸하게 되는 경우, 分解發火 할 수도 있다.

(6) 消防法 別表에 定해진 第1類의 危險物도 上記의 危險性이 많다.

○ MEKPO의 混觸發火에 의한 事例.

發火場所 : 建築中の 맨손아파트

新築工事中の 맨손 地下室에 上水道의 FRP製 水槽 組立作業中에 發生하였다.

水槽의 組立作業에 있어 接合部에 폴리에스틸(polyester)樹脂를 塗布하고, 그 위에 그라스울(glass wool)로 덮은 後, 다시한번 그위에 폴리에스틸(polyester)樹脂를 塗布하도록 되어 있다.

폴리에스틸樹脂에는 硬化促進劑로서 나프텐酸코발트가 製造時부터 混入되어 있었으며, 硬化를 더욱 촉진시키고자 工事 現場에서도 必要에 應하여 첨가하였다.

MEKPO와 나프텐酸코발트는 同一상자 內에 넣어 運搬하는 경우가 많으며, 發火當時도(0.34×0.22×0.26m)의 合成樹脂製상자에 1l의 폴리아치렌(polyethylene)容器가 들어 있었으며, MEKPO와 나프텐酸코발트, 퍼티(putty), 塗料 등이 들어있었다.

發火 20분쯤 前에 폴리에스틸(polyester)樹脂 20l의 容器사이에 MEKPO를 넣었고, 여기에 다시 나프텐酸코발트를 약간 넣은 상자를 이동, 보관 하였다.

이상내에 있는 나프텐酸코발트와 MEKPO가 混觸하여 결국 發火된것으로 推定된다.

事例 2, 農藥에 의한 混觸發火

農藥中에서도 가장 火災事例가 많은것은 鹽素酸鹽類를 主成分으로한 除草劑이다. 鹽素酸鹽類는 無色 또는 白色의 固體로서 衝擊, 摩擦, 急加熱, 強酸과의 混合에 의하여 分解, 爆發한다. 有機物과 還元性物質이 混合할 경우, 약간의 刺戟만 받아도 爆發의 危險이 있다.

發火場所 : 農家敷地內

除草劑(鹽素酸나트륨 98% 含有) 約 0.5kg을 비닐포에 넣어 보드상자內에 에나멜塗料와 함께 보관하였다. 오랜동안의 風雨에 의해 보드상자가 濕氣를 먹음은 狀態에서, 殺虫劑(스미치온乳劑)가 여기에 落下하여, 混觸을 일으킨 것으로 推定되며 當日의 氣象狀況은 아래와 같았다.

日氣 : 맑음

氣溫 : 35°C

濕度 : 相對 49%, 實効 60%

風位風速 : 南 3.5m

發火個所는 屋外로서 바람이 상당히 강하게 불었고, 高溫下의 狀況이었던 것으로 생각된다. 以上の 現況으로 미루어보아 除草劑와 殺虫劑가 混觸을 일으켰으며, 氣溫의 영향등을 받아 發火한 것으로 推定된다.

II. 白熱電球 火災

1. 白熱電球

一般照明用인 白熱電球는 유리球를 口金으로 密閉하고, 그 中央에 發光體(필라멘트)를 附着, 點燈토록 한 것이다. 이 필라멘트(텅스텐코일)가 高溫度로 加熱되면 白色으로 發光한다. 또한 유리球內에 알곤가스와 少量의 窒素를 封入하여 필라멘트의 燃燒를 防止하도록 되어있다.

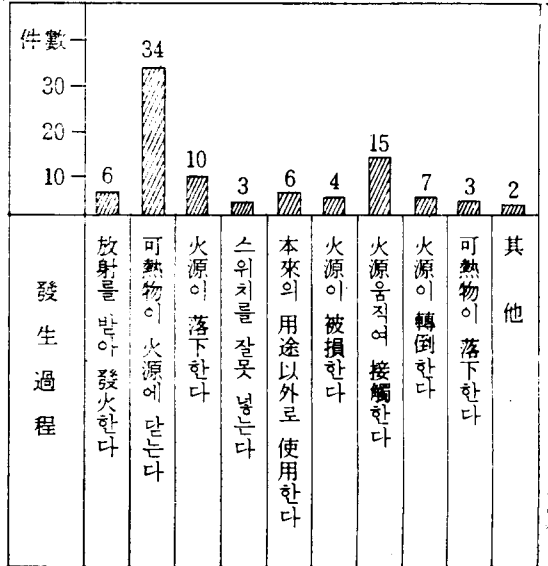
옛날에는 유리球內를 眞空으로 하여 使用하였으나, 眞空으로 하는것 보다 가스를 封入하는편이 필라멘트의 수명이 연장되므로 現在의 白熱電球는 거의 가스를 封入하고 있다. 필라멘트를 長時間點燈하게 되면 高溫下에서 텅스텐이 蒸發하여 微粒子狀態로 附着한다. 이 狀態로 長時間 使用할 경우 電球가 黑化하게 된다.

2. 白熱電球의 火災狀況

우리와 여건이 비슷한 日本의 예를보면 東京內에서 白熱電球스타트, 스포트라이트等 白熱電球에 起因한 火災件數는 1976年度에 30件, '77년에 34件, '78年度에 26件으로서 過去 3年間에 90件이 發生되었고, 482m²가 燒損하였으며, 死亡者 3名, 負傷者 28名이 發生되었다.

이 火災의 發生過程을 表-1에 나타낸다. 이 表를 보면 可燃物이 白熱電球等에 接觸하여 發生한 火災가 34件으로 가장 많으며(約 37.8%),

表-1. 自然電球의 火災發生過程



그 다음으로 많은 것이 白熱電球等의 火源이 可燃物에 接觸된 것으로서 15件(約 16.7%)이다.

白熱電球等에 의해 火災가 發生된 着火物을 調査하여 보면, 寢具類가 28件(31.1%)으로 가장 많으며, 그 다음이 衣類로서 9件(10%)이다. 特異한 것으로는 가솔린에 引火하여 發生된 火災가 7件이었으며, 이것은 自動車整備工場 등에서 使用하고 있는 白熱電球가 落下, 破損하여 가솔린에 引火된 경우와, 가솔린을 含有한 可燃物이 點燈中에 있는 白熱電球에 附着, 發火한 경우等이다.

3. 白熱電球의 火災實驗

방석類와 衣類가 白熱電球에 接觸하여 火災가 發生된 케이스가 많으므로 방석類와 타운等を 使用하여 實驗을 實施하였다.

(1) 白熱電球에 방석을 接觸시킨 경우.

○ 實驗에 使用된 것.

電球 : 100W(내소날 電球)

방석 : 化纖과 綿의 混紡

○ 實驗設定條件

室溫 24°C의 室內에 방석 2個를 重復하여 놓고, 그 위에 電球을 放置한다.

○ 實驗結果

實驗結果는 表-2와 같으며, 點燈後 30分 經過한 時點에서 無炎着火하고, 條件이 갖추어져 있을 경우 充分히 發炎할 可能性이 있다.

表-2. 100W 電球의 實驗結果(방석에의 着火實驗)

經過時間	經 過 狀 況
10分	煙氣가 약간 發生되고 接觸面이 變色한다.
20分	煙氣가 약간 發生되고 接觸面의 變色이 擴大된다.
30分	接觸面이 炭化하여 無炎着火한다.
40分	無炎着火가 進行하여 電球가 약간 沈下한다.
45分	發煙狀態가 되며 炭化가 進行된다.
50分	煙氣가 多量 發生한다. 實驗中止

(2) 白熱電球에 타올을 接觸시킨 경우

○ 實驗에 使用된것.

電球 : 100W(내소날 電球)

타올 : 綿타올

○ 實驗設定條件

室溫 24°C의 室內에 電球을 點燈하여 타올로 덮어 놓는다.

○ 實驗結果

實驗結果는 表-3과 같으며, 點燈後 20分만에 無炎着火하여 타올이 炭化, 그 一部分가 落下하였다. 또한 表-3의 溫度는 타올과 電球와의 接觸個所의 溫度이다.

表-3. 100W 電球에 타올을 接觸 實驗한 結果

經過時間	電球表面溫度	經 過 狀 況
5分	270°C	煙氣가 약간 난다
15分	286°C	部分的으로 炭化된다
20分	310°C	部分的으로 炭化個所가 無炎着火하여, 그 一部分가 落下한다.

다음에 60W 및 40W의 電球에 타올을 接觸하여보니 點燈後 70分經過할 時點에서 溫度가 300°C 이었다. 또한 點燈後 75分 經過할 무렵

에 타올이 無炎着火하여 그 一部分이 炭化, 落下 하였다.

한편 表-4의 溫度는 타올과 電球의 接觸個所 溫度이다.

以上的 結果로보아 電球에 可燃物이 多量 接觸될 때에는 일단 蓄熱狀態가 지속되다 드디어 發炎하게 되며, 比較的 短時間內에 發炎着火 할 可能性이 많다.

表-4. 60W 電球에 타올을 두겹으로 接觸한 경우

經過時間	電球表面溫度	經 過 狀 況
10分	252°C	煙氣가 약간 發生한다
20分	275°C	部分的으로 黃色으로 變한다
30分	279°C	黃色部分이 黑色으로 變한다
60分	282°C	黑色部分이 擴大되고 煙氣의 量이 점점 증가한다
70分	300°C	煙氣가 多量 發生한다
75分	485°C	無炎着火하여 타올이 落下된다

4. 白熱電球의 表面溫度

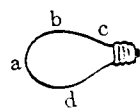


40W, 60W, 100W, 200W의 白熱電球 表面溫度를 測定하여 보면 表-5와 같다.

測定方法은 아래와 같다.

(1) 測定計器 : 表面溫度計

(2) 溫 度 : 30分 點燈後의 溫度로서 各3回 測定하여 平均 하였다.

表-5. 白熱電球의 表面溫度(°C)

白熱電球測定狀況	種類 測定點	40W	60W	100W	200W
	a	70	76	107	130
	b	171	190	237	275
	c	72	78	103	118
	d	66	69	118	146
	a	157	179	218	249
	b	82	90	127	151
	c	51	59	78	86
	a	59	73	98	120
	b	71	85	116	124
	c	85	103	115	126

5. 火災事例

事例 1, 白熱電球가 破損되어 發火한 事例.

防火構造 2層建物이며, 作業場겸용 住宅으로서 1層 作業場(自動車整備修理하는 作業場)에서 從業員이 100W의 移動用 白熱電球를 點燈, 自動車에 가솔린을 注入하는 作業中, 실수로 白熱電球를 콘크리트 바닥에 落下 하였다. 이것이 가솔린에 引火 急激히 燃燒擴大됨으로서 148m²가 燒損되었다. 또한 2層 住宅에서 TV를 보고 있던 女性(80세)이 미처 避難하지 못하고 死亡하였으며 負傷者가 5名 發生되었다.

事例 2, 白熱電球스탠드에 의한 火災事例

防火構造 2層住宅의 1層에 居住하는 主婦(29세)가 유아用 침대에 누어있는 아기(生後 4個月)의 保溫을 하기 위하여 白熱電球스탠드에 갓을 의우고 點燈, 아기의 발이 있는 部分에 놓아두었다.

잠시후 40W 白熱電球의 蓄熱에 의하여 毛布가 無炎着火 狀態로 되었으며, 結局은 毛布 등이 燒損하였고 아기도 火傷으로 死亡하였다.

6. 調査時의 着眼點

(1) 필라멘트

白熱電球의 유리가 點燈中에 破損하면 필라멘트가 空氣中の 酸素에 노출, 全部 또는 一部가 燃燒하여 燒失한다. 어떤것은 리드線과의 接觸個所에서 溶斷하여 殘存部分이 엥카에 溶着하는 것도 있다.

이와같이 白熱電球의 필라멘트에 異常現象이 發生된 때에는 發火當時 點燈되어 있었던 것으로 볼 수 있다.

또한 필라멘트는 0.02mm~0.05mm 程度로 가늘은 텅그스텐을 使用하고 있는바, 點燈中에 유리가 破損하면 필라멘트가 損失될 우려가 크다.

點燈中の 燒失인지, 消燈中の 物理的 外力에 의한 損失인지의 判定이 困難한 경우가 있으나, 消燈中の 경우는 大部分 엥카部分이 切斷, 리드線과의 接觸部分에 남아 있을 것이고, 絶대로 엥카에 溶着 할 수는 없다.

한편 損失部分을 擴大鏡으로 調査하여보면 點燈中の 燒失時는 溶融點이 確認되는데 반하여 消燈中の 物理的 外力에 의한 경우는 그렇지 않다.

(2) 表面유리

白熱電球 表面유리는 點燈中 高溫狀態에 있으므로 可燃物이 接觸할 경우 容易하게 燃燒, 表面유리가 더욱 高溫으로 된다. 따라서 內部가스 壓이 높아지며, 유리의 表面張力이 약화되어, 유리에 균열이 發生, 가스가 外部로 噴出하게 된다.

그러므로 火災現場에서 白熱電球유리破片에 균열(미세한 구멍)이 있는것이 發見될 때에는 그 白熱電球가 火災當時 點燈되어 있었으며, 유리表面에 可燃物이 接觸되어 있었던 것으로 判定할 수 있다.

(3) 燒損狀況等を 考慮

白熱電球와 可燃物과의 關係는 白熱電球의 種類, 形狀과 可燃物의 質, 量, 狀態等에 의해 着火發炎할 수도 있으며, 안할 수도 있다. 따라서 白熱電球 附近에 있는 可燃物의 燒損狀況을 詳細히 調査, 經過時間等を 考慮하여 發火原因을 判定할 必要가 있다.

7. 맺음

白熱電球의 火災概要와 調査着眼點等에 대하여 記述한 바와 같이 發火原因을 白熱電球로 判定할때는 發火時에 通電된 白熱電球가 點燈되어 있었는가, 白熱電球에 의해 着火發炎한 狀態에서 可燃物이 있었는가, 특히 白熱電球에 의해 可燃物이 着火發炎할때 까지의 經過時間에 妥當性이 있는가, 等이 立證되도록 하여야 되며, 他. 火源에 대해서도 充分히 檢討한 後, 結論을 내

려야 된다.

Ⅲ. 調理器具의 火災

—食用油의 可燃性蒸氣에 引火하는 경우—
 튀김料理를 하는 도중 튀김남비의 過熱等으로 火災가 發生된 事例가 상당히 많다. 日本의 경우, 이런 種類의 火災는 '78年度에 443件(表-1 參照)이 發生하였으며, 每日 1.2件的 比率로 發生하고 있다. 그러나 튀김남비의 過熱에 의한 것으로 단정할 수는 없다. 이와같은 火災事件은 確切한 原因調査에 의거, 食用油가 加熱될 때 發生되는 可燃性蒸氣에 引火한 것인지, 食用油 自體가 發火溫度에 達하여 火災가 發生한 것인지를 區分을 明確히 할 必要가 있다. 따라서 여기에서는 食用油의 引火性狀에 대하여만 記述하고자 한다.

1. 火災特徵에 대하여

表-1은 1978年度中 日本(東京)에서 發生한 動植物油에 關聯된 火災件數이다.

熱源을 보면 가스레일이 302件, 가스콘로가 55件, 가스렌지가 40件으로서 一般 家庭에서 使用되고 있는 가스調理器具가 89.6%의 높은 比率를 占有하고 있으며, 가스器具以外는 7件 3에 지나지 않는다. 動植物油에 關聯된 火災의 特徵으로서는 負傷者의 發生이 比較的 높다는 것이다. 日本(東京)內에서 '78年度中 火災에 의한 負傷者는 1,305人으로서 6.1件當 1人的 比率인데 比하여 動植物油에 關聯된 火災에서는 負傷者가 120人으로서 3.7件當 1人이 負傷한 것으로 나타났다.

2. 食用油에 대하여

食用油로서 一般家庭에서 主로 使用되고 있는 것은 사라다油 및 튀김油等이 있으며, 營業用으로서는 大豆油等이 많다.

또한 사라다油는 옥수수기름을 主成分으로 한

表-1. '78年度中 動植物油에 着火한 火災 (日本 東京)

發 火 源	火 災 件 數							燒 面	損 積	死亡者	負傷者
	合 計	全 燒	半 燒	部分燒	小 規 模 燒	模 損	其 他				
器 具	가 스 레 블	302	11	8	1	282		2,095	0	84	
	가 스 콘 로	55	4	1	1	49		435	0	20	
	가 스 렌 지	40	1	3	0	36		574	0	6	
	大 型 렌 지	20	0	2	0	18		94	0	7	
	大 型 콘 로	14	0	0	0	14		0	0	2	
	가스 푸라이팬	3		1		2		54	0	1	
	回 轉 아 궁 이	3	1			2		99			
	아 궁 이	1									
	炊 飯 器	1									
連 續 魚 燒 器	1										
小 計	440	17	15	2	406		3,351	0	120		
其 他 器 具	오 일 버 너	1				1					
	電 氣 푸라이팬	1				1					
	맨 블 히 타	1				1					
	小 計	3				3					
合 計	443	17	15	2	409		3,351	0	120		

것과 사후라와油를 主成分으로한것 등이 있다. 어느것이나 리놀酸을 多量 含有한 기름이 使用되고 있다.

튀김용기름은 大豆油, 菜種油, 米油等을 混合한것이 市販되고 있으며 그 混合比는 會社에 따라 다르다. 特히 同一 기름에 있어서도 產地에 따라 引火點이 多少 다른 경우도 있으며, 기름의 再使用等에 의해서도 差異가 있다.

動植物油의 引火點, 發火點에 대한 文獻値를 引用, 이의 內容을 確認하는 方法이 있다,

3. 引火點·發火點

튀김남비等에 의한 火災는 行爲者가 그 場所를 떠나 다른 料理를 하고있는 사이에 기름이 過熱하여 發生하는 것이며, 火災原因으로서는 食用油에서 發生한 可燃性蒸氣에 引火하는 것과 油溫이 發火溫度에 達하여 發生하는 것 등이 있는데, 그때의 狀況은 서로 다르다.

主된 植物油의 引火點·發火點에 대하여서는 表-2에 나타낸다.

表-2. 植物油의 引火點 및 發火點(°C)

기름종류	引火點	發火點
菜種油	163	446
팜핵油	162	316
椰子油	203	3
亞麻油	222	349
피마자油	230	433
綿實(목화)油	252	343
옥수수油	254	393
팽나무油	272	5
大豆油	282	445
落花生油	282	447
오동나무油	289	453
올리브油	225	343

(但, 引火點은 密閉法에 의한 것임)

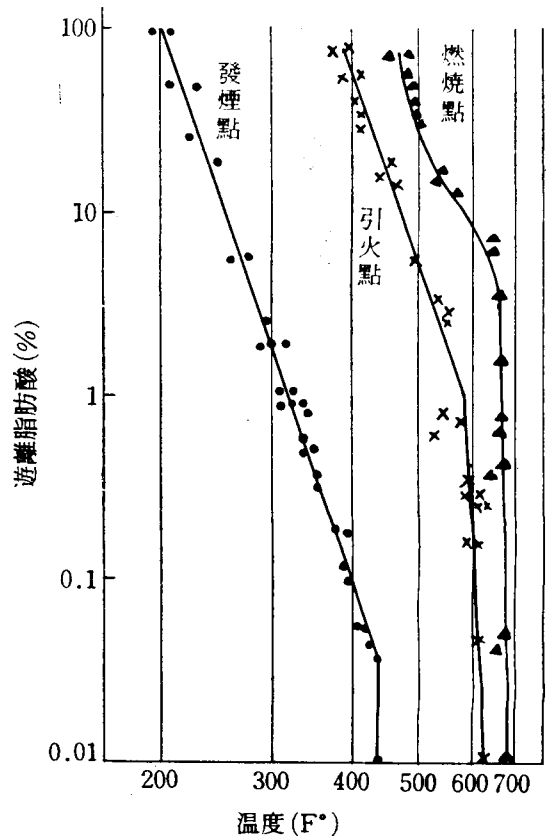
그러나 引火點에 대하여는 여러가지의 測定方法이 있으며, 同一한 測定方法을 使用하여도 文獻에 있는 數値와는 다르게 된다. 이것은 前述한

바 있는 原料의 產地, 油의 長期間 保存에 따른 變化等의 理由 때문이다. 發火點에 대한것은 文獻이 적어 比較가 困難하다. 特히 實驗에 있어서는 測定裝置의 加熱面積 및 加熱速度等에 큰 影響을 받으며, 測定方法에 의해서도 差異가 있다.

油脂는 天然物에서 生産되는 것이므로 單一成分의 物質과는 달리 引火點等을 구체적으로 나타내기는 어렵다.

기름이 오래되면 引火點等에 상당한 影響을 받으며 그 具體的인 例로서 綿實油, 落花生油等에 대하여 調査, 報告된 內容을 그림-1에 表示한다.

油脂의 鮮度는 遊離脂肪酸이 얼마만큼 含有되어 있는가에 따라서 決定된다.



그림(1) 遊離脂肪酸과 發煙點, 引火點, 燃燒點.

油脂는 脂肪酸의 트리글리세리드型으로 存在하며, 新鮮한것은 遊離脂肪酸이 적다.

그림-1에 의하면 遊離脂肪酸의 含有量이 10% 근처에서는 發煙點, 引火點, 燃燒點에 상당히 接近되어있으며, 다른 油脂도 같은 경향을 나타내고 있는 것으로 알려져 있다.

4. 튀김남비의 溫度에 대하여

引火에 의한 着火인지, 發火에 의한 着火인지를 檢討하기 위해서는 튀김남비 各部의 溫度가 어느程度 上昇하는가를 確認할 必要가 있다. 이를 위해 다음과 같이 溫度測定을 實施하였다.

使用한 남비~鐵製남비, 直徑 30cm, 깊이 9.5cm.

加熱곤로~二口 가스테블(一口만 使用)發熱量 6,600kcal/h.

都市가스(6B)用 溫度測定器具.

아르멜·크로멜熱電對(0.6mm) 溫度測定個所 溫度測定個所는 그림-2에 나타낸 個所로 하였다.

- ① 油溫
- ② 油面に 近接한 位置의 남비內壁溫度.
- ③, ④ 남비外壁에 近接한 位置의 燃燒가스 溫度.
- ⑤ 油面直上의 油蒸氣溫度.

溫度測定結果

溫度測定結果는 그림-3과 같다. 이것에 의하면 點火後 4分間은 남비外側의 燃燒가스 溫度가 가장 높으며 그 以後는 油溫이 가장 높고, 다음으로 남비 內壁이 높다. 이 實驗에서는 油溫을 33°C까지. 加熱하였으며, 그림-3에 溫度變化를 나타낸다.

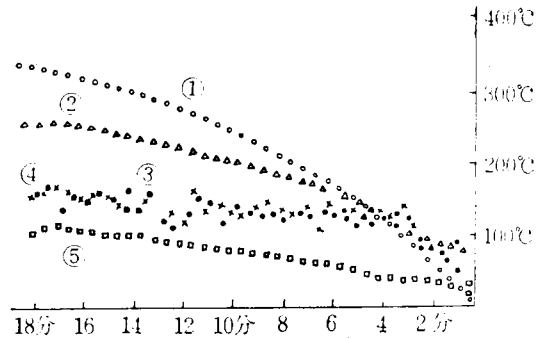


그림 (3) 油남비의 溫度測定

또한 實驗結果에 의하면 튀김料理의 適溫(160°C~180°C)을 넘어, 油溫度가 200°C 程度에서 얇은 煙氣를 發生하고, 油溫이 300°C에서는 상당히 많은 煙氣가 發生하며, 330°C程度에서는

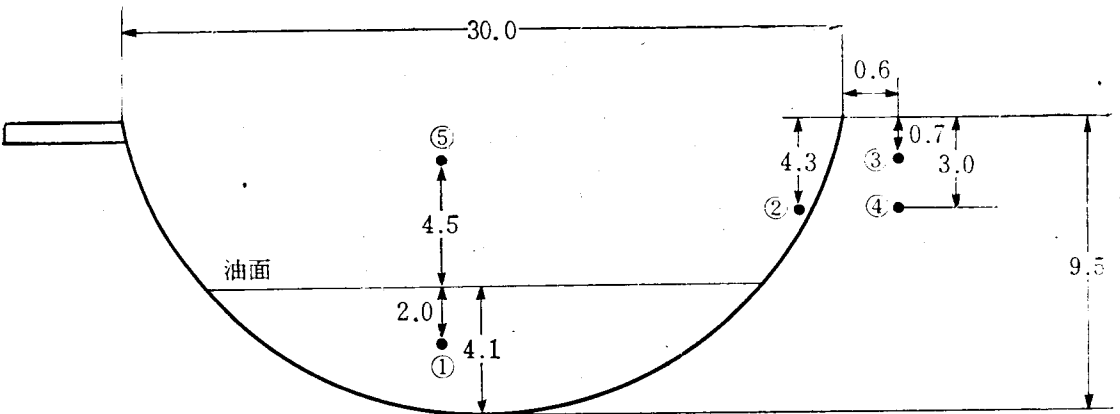


그림 (2) 油남비의 溫度測定個所

煙氣에 성냥불을 대면 容易하게 引火한다.

考察

以上の 結果를 檢討하면,

(1) 油의 引火點附近까지 油溫이 上昇하면 심한 煙氣를 發生, 火源이 있으면 引火할 위험이 높다.

(2) 油面近處의 납비壁面溫度(測定點②)는 油溫보다 100°C程度 낮은 경우가 普通이므로 이 個所에서의 發火는 相當量의 油가 蒸發한 後가 아니면 發生되지 않는다.

따라서 위와 같은 경우에는 發火現象이 일어나기 前에 引火可能性이 상당히 큰것으로 볼 수 있다.

燃燒가스溫度(測定個所 ③, ④)가 100~150°C程度까지만 上昇하여도 油面에서 可燃性 蒸氣가 發生, 引火의 危險이 크다.

IV. 漏電 火災

1. 漏電 火災

漏電은 設計된 回路以外로 電流가 漏出하는 現象으로서 漏電火災는 “電流가 電路에서 漏洩하여 建物 및 附帶設備 또는 工作物의 一部로 흘러서 發熱하고 이것이 原因이 되어 發火하는 火災”로 定義할 수 있다.

2. 漏電回路의 形成

一般建物 등에서 使用되고 있는 電氣는 配電用 柱上變壓器에서 電壓을 낮추어서 供給하고 있다. 이 變壓器의 1次側 卷線과 2次側卷線間的 絶緣이 破壞하여 2次側의 低壓電路에 1次側의

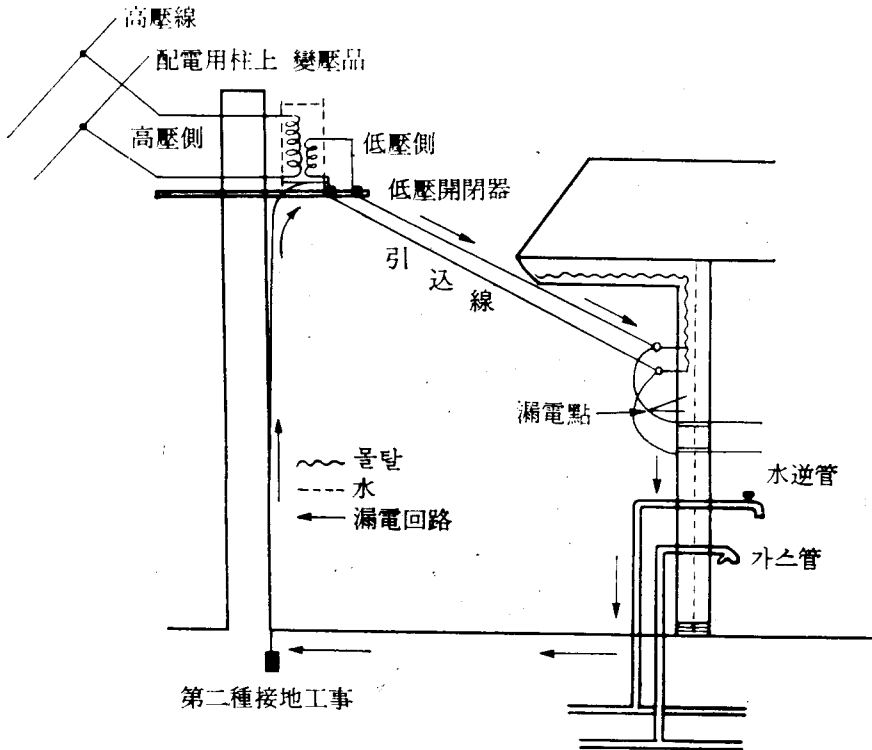


그림 1.

高壓이 混觸하게 되면, 電氣機器를 燒損시키고, 人的事故를 일으킬 우려가 많으므로 低壓側의 中性點과 ⊖側의 線을 接地(第2種接地工事)한다. 양철板과 물탈라스에 水道管等이 接觸한 경우, 引込線의 ⊕側線이 여기에 接觸되면, 絶緣電線이 損傷되어 漏電狀態로 되는데, 電流는 配電用變壓器——引込線——양철판, 물탈라스, 水道管——大地——第2種接地線——配電用變壓器로 돌아오는 回路가 形成된다(그림-1 參照). 이것이 漏電回路이다.

3. 發火點과 그 特徵

漏電火災가 어떠한 部分에서 發生하였는가를 過去 數年間의 火災統計를 가지고 살펴보면는 물탈라스에서 發火한 것이 가장 많은 比率을 占有하고 있다.

(1) 물탈라스

물탈라스를 大別하면 와이야라스와 메탈라스로 區別되며 主로 防火構造의 建物 外壁內에 使用되고 있다.

와이야라스는 直徑0.9mm~1.2mm 程度의 鐵線鋼이며, 라스部分이 赤熱 發火하는 경우도 있다. 메탈라스는 와이야라스 보다 교차부분이 적으며, 메탈라스에 의한 火災의 大部分은 라스와 라스, 라스와 金屬板의 重複部分에서 發生한다.

라스의 發熱은 漏電電流와 라스의 抵抗值·接地抵抗值等의 合成抵抗值에 의해 左右된다. 예를들어 라스의 抵抗值와 接地抵抗值의 合計가 50옴(ohm)인 경우, 100볼트(volt)가 印加 되었다면, 理論上 漏電電流는 2암페어(ampere)가 된다.

라스가 發火源이 된 경우의 特徵으로서는

- 發火部에 近接한 木材에 局部的으로 燒損 흔적이 있다.
- 發火部 附近의 라스에 電氣的 溶痕이 있으며, 이 部分이 파랗게 變色되는 것이 많다.
- 發火部の 물탈이 受熱變色 한다.

(2) 양철판의 接合部

電線이 바람等에 의해 動搖하여 양철판에 계속적으로 接觸하게 되면, 絶緣被覆이 損傷되어 漏電現象이 發生된다.

이 경우 스파크(spark)가 發生, 電線과 양철판에 電氣的 溶痕이 생긴다.

一般的으로 漏電回路의 全抵抗이 3옴(ohm)程度이면, 양철판에 30암페어(ampere)의 電流가 흐르게 되고 近接한 木材等에 의해 發火할 우려가 있다. 漏電電流는 大地에 流入할때까지 抵抗이 많은 通路를 흐르게 된다. 양철판의 이음매가 完全히 接續된 경우에는 接觸面積이 크면 電流가 分散하여 흐르고, 接觸面積이 적을 경우에는 集中하여 흐르게 된다.

火災事例를 分析하여 보면, 양철판等の 이음매를 고정시킨 部分(못等)에서 發火한 것이 많다. 特히 양철판이 녹슬었거나 腐食이 많은 경우 그 영향이 큰것으로 나타났다.

양철판의 이음매가 發火源이 된 경우의 特徵으로서는 다음과 같은 것이 있다.

○ 發火部에 近接한 木材에 局部的인 燒損 흔적이 있다.

○ 發火部の 양철판과 金屬못에 電氣的 溶痕과 發熱變色이 보인다.

(3) 金屬 못

케이블等の 屋內配線은 天井과 壁內에 施設되어 있어 直接 確認할 수가 없다.

火災事例를 分析하여 보면 壁의 장식物 等を 金屬못으로 고정시킨 경우, 케이블等이 損傷을 입어 漏電으로 發展되는 例가 많이 있다.

4. 事 例

(事例 1) 양철판의 이음매에서 發火.

B工場의 外壁 양철판內부에 施設한 케이블(單相 100볼트)의 接續部에 양철판이 接觸한 상태에서, 工場作業상의 振動으로 케이블 接續部の 絶緣이 損傷, 양철판으로 電流가 漏洩, 양철

판의 이음매 部分에서 發火, 火災가 發生되었
다.

(事例 2) 돌탈라스에서 發火.

A病院 펌프室(木造물탈) 壁體의 引込線 (3相
200볼트)이 埋込子에 바인드線으로 固定되어 있
었으며, 바인드線의 固定方法이 不完全, 引込線
이 風壓에 흔들림으로서 바인드線이 이완, 金屬
製의 板에 漏電, 壁內의 와이야라스가 發火한것
이다.

5. 調査要領

漏電火災의 調査는 電流가 電流路에서 漏洩,
建物 및 付帶設備 또는 工作物로 흐르는 “漏電
點”과 流出經路에서 發熱發火하는 “發火點” 및
大地로 흘러 들어가는 “接地點”의 3點을 분명히
確認하고, 그 關聯性(漏電經路)을 立證할 必要
가 있다.

① 絶緣抵抗測定이 可能한 경우

發火建物の 電氣配線圖를 基準으로 하여 引込
線과 各回路 및 大地間의 絶緣抵抗을 測定, 不
良回路를 調査한다.

이때 注意할것은 漏電이 配線에 起因된 것인
지, 電氣器機等에 起因된 것인지를 確認하기 위
하여 關聯된 全體의 器機를 使用狀態(스위치를
“on”으로 하고 引込프러그를 콘센트에 接續한
다)로하여 調査한다. 測定結果 不良回路가 發見
되면, 그 回路의 콘센트에서 一臺씩 電氣器機를
分離, 不良個所가 電氣配線인지 器機인지를 明
確히 한다.

그러나 前記한것 처럼 完全히 接觸하고 있는
경우는 電氣의 痕迹이 나타나지 않으므로 特히
注意할 필요가 있다.

漏電點은 반드시 發火建物에 存在하는 것은
아니다. 電氣의으로 關聯이 있는 他建物에서 漏
電電流가 流入하는 경우도 있으므로, 發火建物

에 漏電點이 없을 때에는 이 建物과 有關한 他
建物을 調査하여야 한다. 發火點은 漏電火災 特
有的의 局部的인 痕迹이 보일때는 判定이 容易하
나, 立證하기 위해서는 發火한 라스와 양철板 및
金屬못等에 電氣的 痕迹을 찾아야 한다. 이를위
해 可能한 限 發火前의 狀態로 復元하여 양철板
과 물탈等の 變色內容을 檢出하면 보다 效果的
인 調査가 된다.

接地點에 대해서는 發火個所와 電氣의으로 導
通된 金屬物 및 接地한 物體를 調査한다. 이 때
接地物이 여러개 있는 경우에는 接地抵抗로
測定하여 抵抗値가 가장 낮고, 發火個所와 電氣
의으로 導通되어 있는 것을 接地物로 한다.

(2) 絶緣抵抗測定이 不可能한 경우

發火한 建物の 燒失과 破損에 의해 絶緣抵抗
測定이 不可能한 경우는 配線과 器機가 金屬物
에 接觸되었는가, 그 다음에 漏電個所를 屋外와
屋內로 나누어 目視로 調査한다. 屋外에서는 建
物周圍의 配線(引込線, 屋側配線, 屋外配線)
과 配線의 建物貫通部 및 器機(照明器具, 스위
치等)에 대하여 漏電點을 調査한다. 特히 屋外
의 경우는 風壓과 車의 振動의 影響을 받는 個
所等도 면밀히 調査한다. 또한 양철板과 문탈라
스를 復元하여 電氣的痕迹을 發見하여야 한다.

屋外에서 漏電個所를 發見할 수 없는 경우에
는 屋內配線과 器機(세탁기, 냉장고, 펌프모터
等)에 대하여 綿密한 調査를 하기 위해, 事前에
關係者等으로부터 最近에 實施한 電氣工事의 有
無, 器機修理의 有無等에 關한 事項을 수집 調
査한다.

漏電火災는 一般的으로 破壞를 수반하는 것이
 많으므로 精確한 調査는 상당히 어려운 것이다.

그러나 前記의 漏電點 發火點等을 明確히 判
定하여 正確한 분석을 거친후, 어느정도 실행성
 있는 調査가 可能할 것으로 본다. <끝>