論 文
15—5—3

電氣火災의 原因 및 鑑識에 關한 硏究

(Studies on the Causes and Identification of Electrical Fire)

(第 二 部)

電氣火災의 鑑識 및 豫防

禹 亨 疇*·丁 性 桂**·朴 永 文***
(Woo Hyung Ju · Chong Sung Kae · Park Yung Moon)

Abstract

This paper, as an attempt to meet the practical needs in the fire protection field of Korea, has dealt with establishing the identification criteria and prevention theory of electrical fire. The causes analysis of electrical fire was already conducted and then reported by the authors in the Journal of the Korean Institute of Electrical Enginers, October, 1966. This paper is, therefore, the next results of a series of studies on the causes and identification of electrical fire.

序 論

本 論文은 電氣火災의 原因 및 鑑識에 관한 硏究의 一環으로서 行한 그 2次 硏究의 結果이다. 電氣火災의 原因을 究明한 結果는 本學會誌 1966年 10月 號에 이미 報告하였다.

本 論文은 電氣火災의 鑑識과 豫防의 2部로 區分된다.

여기서 提示된 鑑識 基準과 豫防策은 實際的인 應用面에 있어서 매우 限定되어 있으므로 보다 抱括的인 鑑識基準을 樹立하기 위하여 現在 3次 硏究가 進行中에 있음을 附言한다.

第 一 章
電氣火災의 鑑識

1. 緖 言

火災原因을 鑑識하는데에는 一定한 基準의 設定이 必要하다. 그런데 이 基準은 鑑識의 目的에 따라 그 內容과 方法을 달리한다.

그 具體的 例를 들면

(ㄱ) 犯罪搜査의 觀點에서 본 失火 또는 放火의 判別

(ㄴ) 學理的 및 豫防的 觀點에서 본 電氣火災 또는 非電氣火災의 判別

(ㄷ) 電氣受給 當事者間의 責任所在의 觀點에서 본 火災原因의 鑑識 等을 들 수 있다.

本硏究의 主目的은 上記 (ㄴ)項을 學理的으로 體系化함으로써 原因判別과 동시에 電氣火災를 未然에 防止하는데 있다. 그러나 上記 各項은 서로 密接한 關係性이 있으므로 (ㄴ)項의 究明은 窮極的으로 上記 3項目의 總體的인 硏究目的을 달성하는 데 이바지할 것이다.

一般的으로 火災가 발생하려면 發火部, 出火經過 및 着火物의 3要件이 具備됨과 동시에 이들 相互間에는 서로 關聯性이 成立되어야 한다. 따라서 火災의 鑑識에 있어서는 于先 發火部를 發見한 후, 出火의 經過 및 着火物에 대한 論理的 證據를 立證하여야 할 것이다. 이때 發火部에 電氣設備가 存在하고, 出火의 經過에 있어서 1—2節에서 記述한 바와 같은 電氣的 原因이 作用할 蓋然性이 認定될 때, 비로소 電氣火災 鑑識의 必要性이 생긴다.

이미 指摘한 바와 같이 本硏究에서는 우선 一般市民生活과 關聯性이 깊은 低壓室內配線 및 器具에 局限시켜 實驗을 爲主로 한 統計 및 歸納的 方法으로 鑑識基準을 設定하였다.

*, **, *** 서울大學校 工科大學 電氣工學科
Dept. of Electrical Engineering, College of Eng. Seoul National University.

2. 電氣火災의 鑑識을 위한 豫備調査

電氣火災의 鑑識에 臨할 경우, 우선 다음 各項에 대한 豫備調査를 詳細히 할 必要가 있다. 즉

(ㄱ) 火災現場의 電氣配線 및 施設의 配置 및 工事狀態

(ㄴ) 火災當日의 電氣施設의 使用狀態

(ㄷ) 火災當日까지의 電氣配線 및 施設에 대한 點檢 및 保守記錄一切(絕緣抵抗 測定記錄 等)

(ㄹ) 火災當日 및 그 以前의 氣象狀態

3. 有機質 電氣絕緣物의 殘存部分에 의한 鑑識

〔3. 1〕 炭火物의 抵抗測定에 의한 鑑識

一般的으로 有機質 絕緣狀이 스파이크 等으로 加熱되거나 空氣流通이 잘 안되는 곳에서 加熱되면 絕緣體가 炭化하므로 導電性을 갖게 되는데, 여기에 電流가 흐르면 高溫으로 되어 有機質 自體가 發火하거나, 또는 주위의 可燃物을 着火시키게 된다. 그리고 이와 같은 發火現象은 短格이나 接觸部의 過熱 等으로 일어나는 경우도 있다.

한편 다른 原因에 因한 火災로 有機質 絕緣物이 燃燒하는 경우도 생각할 수 있는데, 위의 두 경우에 대한 炭火 樣相에는 1--4—5節에서 설명한 바와 같은 差異點이 鑑識의 한 方法이 된다. 즉

電氣가 原因이 된 有機質 絕緣物의 炭化 殘存物은 그 形態가 보존되는 限 數〔Ω〕乃至 數 10〔Ω〕程度의 導電體이나, 火災中에서 燃燒된 경우에는 비록 殘存物의 外形이 黑色으로 炭化된 것처럼 보여도 그 抵抗値는 〔MΩ〕單位를 유지한다.

〔3. 2〕 炭火物의 外形에 의한 鑑識

電氣的 原因과 火災熱에 의한 炭化 現象이 重疊되지 않는 限, 化炭物의 外形만으로도 鑑識의 大體的 윤곽을 파악할 수 있다. 즉

電氣만을 原因으로 한 有機質 絕緣物의 炭火經路는 兩電極을 中心으로 하는 局部的 炭化가 通常的이나, 火災中에서 燃燒된 경우에는 兩 電極의 位置에 관계 없이 全般的으로 燃燒된 形態를 가지므로 이에 의하여 判定의 基準을 삼을 수 있다.

〔3. 3〕 有機質 電氣接續器의 接觸過熱로 因한 發火의 鑑識

이 경우는 有機質 絕緣物이 완전히 炭化하지 않더라도 接續抵抗에 의한 局部 發熱로 發火 또는 着火가 可能하므로 接續器의 殘存品을 發見할 수 있는 限, 다음 두가지 面에서 鑑識이 가능하다. 즉

(ㄱ) 2. 3. 2節의 경우와 같이 絕緣物의 燃燒經路는 兩電極 또는 한 電極을 中心으로 하여 局部的이다.

(ㄴ) 그리고 發熱部分의 金屬片은 酸化, 熱膨脹, 收縮 等의 現象이 作用한 관계로 接觸部에는 거칠고 特殊한 腐蝕 및 過熱痕跡을 發見할 수 있다.

〔3. 4〕 有機質 電氣接續器內에서의 短絡으로 因한 發火의 鑑識

有機質로 된 콘센트, 풀스윗치等의 屋內 電氣接續器內에서 兩電極 또는 電線이 短絡함으로써 火災가 發生하였을 경우에는 다음과 같은 證據가 남을 수 있다. 즉

短絡點이 스파이크에 의하여 거칠은 形狀으로 鎔融되어 있거나, 그 部分의 金屬이 飛散되어 이에 特殊한 短絡痕을 發見할 수 있으며, 스파이크 또는 아아크에 의하여 銅極 또는 銅線의 鎔融蒸氣가 電極間 絕緣物 表面에 부착 또는 침투 응고함으로써 導電性 銅膜을 形成하여 兩極間의 絕緣抵抗이 현저하게 감소되는 現象을 見할 수도 있다.

4. 漏電火災의 鑑識

〔4. 1〕 漏電火災의 鑑識要件

漏電火災를 鑑識하기 위하여는 다음과 같은 3要件에 대한 論理的 證據의 成立을 必要로 한다.

(ㄱ) 漏電點 (電流의 流入點)

(ㄴ) 發火部 (發熱場所)

(ㄷ) 接地點 (地絡點)

〔4. 2〕 漏電點의 發見

漏電點을 發見하기 위하여는 우선 電線의 配線經路를 따라 追跡하는 것이 順理이겠으나, 過去의 漏電火災 記錄을 參考로 하면 매우 편리할 것으로 생각된다. 즉 과거의 實例에 의하면 漏電點은 主로

(ㄱ) 지붕의 鐵板, 물받이통

(ㄴ) 看板 支線

(ㄷ) 鐵板 지붕을 묶은 鐵線

(ㄹ) 動力線 파이프 入口

(ㅁ) 아아케이트 지붕

(ㅂ) 便所 通風裝置의 支線

(ㅅ) 動力線 接續函

(ㅇ) 네온사인 回路, 서어비스 캡

(ㅈ) 廣告 電球의 베이스

(ㅊ) 外燈線 파이프 出口

(ㅋ) 煙突支線

等으로, 이들 漏電點의 材料 및 電線에는 電流의 授受 또는 스파아크로 인하여 鎔融痕이 남는 경우가 많다. 그런데 여기에 한지가 附言할 것은 우리 나라의 低壓配線은 柱上變壓器二欄의 一線 또는 中性點이 第二種 接地되어 있으므로, 屋內 配線의 한 가닥이 漏電回路를 構成한 것처럼 보이더라도 그 線이 接地側인 경우, 負荷가 없으면 이 線은 非充電될 것이므로 漏電點을 判斷하

기 전에 이에 대한 檢討가 必要하다. 漏電點의 鎔融痕을 調査하기 위한 模疑實驗 結果에 의하면 實驗條件에 따라 差異가 있기는 하나, 一般的으로 銅線 對 鐵板(亞鉛鍍金板 포함) 및 銅線 對 鐵棒으로 구성된 漏電部分에서는, 鐵表面이 銅의 鎔融痕으로 덮이어 肉眼으로도 發見할 수 있을 정도이거나, 또는 肉眼으로 認知할 수 없었도 其付의 方法으로 銅膜의 浸透 擴散現象을 析出할 수 있다. 뿐만 아니라 接觸點은 주위와 區別되는 特異한 거칠은 表面을 갖고 있다.

그리고 銅線側은 그 接觸部分 表面이 심하게 거칠거나 그 一部가 飛散된 痕跡을 發見할 수 있었으며, 경우에 따라서는 鐵의 鎔融粉末이 附着되기도 한다. 그러나 만일 鎔融痕이 發見되지 않은 경우에는 漏電點의 判定은 그때 그때의 條件에 따른 模疑實驗에 의할 수 밖에 없다.

〔4. 3〕 發火部의 發見

發火部의 發見을 위하여는 일반적인 火災鑑識 基準과의 相互補完이 必要하다. 그 具體的 實例로서

(ㄱ) 火災 現場의 木材部에 대한 炭化深度의 分布
(ㄴ) 火災當時의 濕度, 風向 및 그 强度 等의 氣象 및 日氣條件
(ㄷ) 壁의 넘어진 方向
(ㄹ) 鎭火位置, 方向, 時間 等의 仔細한 狀況
(ㅁ) 目擊者의 證言

等의 一般的인 火災鑑識 節次를 충분히 참작한 후, 發火部라고 생각되는 地點에 대하여 다음과 같은 電氣的 鑑識方法을 適用하는 것이 通常的인 順序일 것이다. 過去의 漏電火災의 記錄에 의하면, 主로 發火部는

(ㄱ) 몰탈칠한 속의 鐵網 라아스
(ㄴ) 鐵板의 이음새
(ㄷ) 壁에 박힌 못
(ㄹ) 몰탈라아스와 水道管사이
(ㅁ) 防火壁 라아스
(ㅂ) 함석 칠판 지붕
(ㅅ) 함석 鐵板을 묶은 鐵線
(ㅇ) 動力線 파이프 入口
(ㅈ) 함석 鐵板과 몰탈라아스 사이
(ㅊ) 外燈線 파이프 出口와 몰탈라아스 사이

等에서 發見할 수 있다.

이에 대한 模疑實驗에 의하면 (主로, 金屬材로써 라아스, 銅線, 鐵板, 못, 鐵線 等을 使用하였음) 發火部의 金屬材에는 過熱된 痕跡이나 鎔痕을 發見할 수 있으며, 약 4〔A〕를 限界로 라아스의 漏電點이 赤熱된 후 部分的으로 斷線되기도 하였다. 文獻에 의하면 構造材의 燃燒樣相에도 特徵이 있는 것으로 報告되고 있으나, 이에 대하여는 더욱 자세한 硏究가 要請된다.

〔4. 4〕 接地點의 發見

接地點은 主로

(ㄱ) 水道管, 電線管 等
(ㄴ) 基礎 또는 地面에 半埋沒된 물받이 함석통 等
(ㄷ) 어떤 特利한 目的으로 施設한 接地線 (電氣 및 通信機器, 醫療機器, 오일탱크 等) 等으로 區別된다.

이 경우 接地에 의한 地絡電流는 接地 抵抗에 關係되므로, 이 接地抵抗値를 測定하여 그 接地로 인한 電流가 發火의 原因이 될 수 있을만큼 충분한가의 與否를 檢討하여야 한다.

〔4.5〕 漏電電流와 퓨우즈와의 關係

過去의 記錄에 의하면 漏異 電流의 槪略値는 數〔A〕~數 10〔A〕 程度이며 퓨우즈는 漏電 火災에 의하여 거의 鎔斷되지 않고 있는 것으로 보아, 퓨우즈는 漏電에 대하여 거의 安全性이 없다고 보는 것이 타당하다.

그러므로 正確한 接地 抵抗値를 알 수 없는 限 퓨우즈의 鎔斷與否는 漏電火災의 鑑識에 도움이 되지 아니한다.

5. 機械的 張力에 의한 電線의 切斷 鑑識

흔히 火災中 構造物이 倒壞하거나 變形함으로써 電線이 張力을 받아 切斷되거나, 또는 切斷後 다른 原因에 의한 外力으로 電線이 合線되어, 이것이 火災로 發展하는 경우를 생각할 수 있다. 이 兩者中의 어느것인가를 完全히 判別하려면 火災現場의 狀況에 대한 細密한 檢討 結果에 依存할 수 밖에 없으나 于先, 電線의 切斷이 外部火에 의焰에 의한 것인지 過電流 또는 短絡에 의한 것인지 或은 機械的 外力에 의한 것인지를 判別하는 것이 重要하다고 생각된다. 實驗 結果에 의하면,

(ㄱ) 同一한 外力이라도 電線의 加熱溫度가 높을 수록 電線의 切斷이 容易하다. 이 事實은 火災發生後에 切斷된 것인지, 또는 그 程度의 外力으로 火災發生前의 常溫으로 서도 切斷이 가능한지를 判斷하는데 좋은 資料가 된다.
(ㄴ) 機械的 張力에 의하여 切斷된 電線의 切斷部 斷面은 이에 特異한 破裂 形狀을 갖고 肉眼으로도 쉽사리 識別할 수 있으며 切斷部 근방의 굵기는 比較的 가늘다.

6. 電線鎔融 樣相의 外形 觀察에 의한 鑑識

〔6. 1〕 適用限界

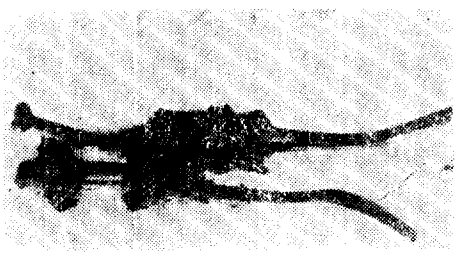
一般的으로 電線이 過電線, 短絡 等 순전히 電氣的 原因만으로 鎔融되었을 경우와 火災發生時 外部 火焰만으로 鎔融되었을 경우, 그 外形에 있어서 兩者間에 顯隨한 差異가 있어 肉眼으로서도 充分히 鑑別할 수 있다.

그러나 실제로는 電線의 鎔融이 上述한 바와 같이 單獨的인 原因으로 이루어지지 않고 이 두 原因의 重疊으로 이루어지는 수가 허다하다. 이러한 경우에는 特別한 경우를 除外하고는 그 外形의 觀察만으로 火災 發生의 原因을 鑑識한다는 것은 現在까지의 實驗結果로 보아 거의 不可能한 것으로 생각된다.

따라서 이 節에서는 電線이 單獨的인 原因으로 鎔融되었을 경우에 局限해서 그 鑑識法을 記述하기로 한다.

〔6. 2〕 鎔融망울의 外形 觀察에 의한 鑑識

過電流度, 外部 火焰의 强度 및 分散度, 被覆의 種類 等의 條件에 따라 相當한 差異가 있어 一律的으로 規定하기는 困難하나, 一般的으로 過電流, 短絡等의 電氣的 原因에 의한 電線의 鎔融망울과 外部 火焰에 의한 그것의 外形的 差異는 다음과 같다. 즉, 前者의 경우 電線의 鎔融 樣相은 **사진 1**과 같으며,



<사진 1> 電流에 의한 電線鎔融樣相

(ㄱ) 鎔斷된 電線의 尖端部에 구슬 모양의 鎔融망울이 생긴다.

(ㄴ) 망울 이외의 銅線表面은 아주 엷은 銅酸化物로 被覆되어 銅固有의 광택이 없어지나 거칠지는 않다.

(ㄷ) 有機物質인 비닐 피복의 타다 남은 검은 색炭化物이 銅線表面에 남아 있다.

(ㄹ) 비닐 피복의 불완전 炭化物로 추측되는 靑綠色의 物質이 導體 表面에 針狀結晶을 이루고 있다.

後者의 경우는 **사진 2**와 같으며 鎔斷된 電線의 外部 특징을 열거하면 다음과 같다.

(ㄱ) 여러개의 鎔融망울이 무질서하게 생기며 그 모양이 일정하지 않다.

(ㄴ) 展性을 잃어 상당히 脆弱(brittle)하며, 부러지기 쉽다.

(ㄷ) 表面이 거칠고 多孔質이다.

(ㄹ) 비닐 피복이 完全 脫落되어 있다.

(ㅁ) 融點이 낮은 錫鑛金 (融點 232°C)이 銅보다 먼저 鎔融되어 비닐 피복의 炭化物과 엉키어 껍질 모양으로 分離되어 있다.

(ㅂ) 火山의 噴火口와 같은 모양의 가스噴出口가 생겨 있다.

<사진2> 模擬火災 의한 電線의 鎔融形態

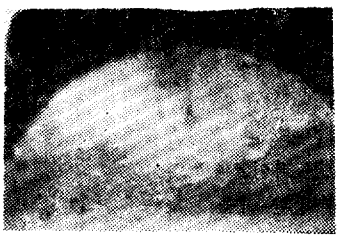
다음에 두 경우에 대한 鎔融 망울 表面의 擴大寫眞(50)倍를 比較하면 각각 **사진 3** 및 **사진 4**와 같다. 즉, 過電流에 의한 것은 表面이 比較的 平滑하나, 火焰에 의한 것은 表面이 매우 거칠다.

7. 電線 鎔融 망울의 融點 比較에 의한 鑑識

實驗 結果에 의하면, 外部 火焰에 의하여 생긴 電線의 鎔融 망울의 融點 (1200°C 以上)은 電氣的 原因에 의한 그것 (1083°C 程度) 보다 높았다.

그러나 이에 대한 試料의 선택에 있어 너무나 限定的이 었기 때문에, 電氣와 火焰의 두가지 原因이 겹치는 경우와 같은 一般的인 鑑識方法에 適用하기에는 未洽한 感이 있다.

이에 대하여는 鎔融痕이 生成되는 溫度와 時間에 따르는 融點과의 관계를 解析하기 위한 많은 實驗이 必要하다고 본다.



<사진 3> 過電流로 鎔斷된 電線의 表面

<사진 4> 模擬火災로 鎔斷되 電線의 表面

8. 電線 鎔融 樣相의 微視的 (金屬顯微鏡에 의한) 鑑識

〔8. 1〕 微視的 鑑識의 種別 및 適用限界

電線이 過電流, 短絡電流等의 純電氣的 原因과, 外部火焰에 의한 原因中 어느 한 가지에 의하여 鎔斷 또는 鎔融되었을 경우에는, 前述한 바와 같이 대개는 그 鎔融片의 外形만을 細密히 觀察함으로써 電線鎔融의 原因을 鑑識 할 수 있으나, 두가지 原因이 重疊되어 있을 경우에는 外形만으로는 그 鑑識이 容易하지 않다. 實際에 있어서 火災 現場에서 채취한 電線鎔融片은 다음 各項中의 어느 한 경우에 屬할 것이다.

(ㄱ) 過電流 短絡電流 等에 의한 純電氣的 發熱로 金屬組織이 變化했거나 鎔融된 경우

(ㄴ) 火焰에 의한 熱로 金屬組織이 變化했거나 鎔融된 경우

(ㄷ) (ㄱ)項의 過程을 겪은 후 다시 (ㄴ)項의 過程을 겪은 경우

(ㄹ) (ㄴ)項의 過程을 겪은 경우 (ㄱ)項의 過程을 겪은 경우

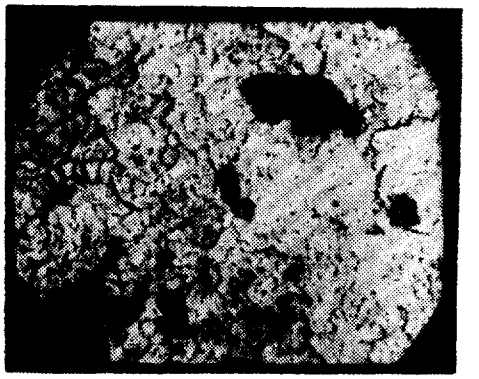
以上의 各 項中 어느 項에 속하는가를 鑑別하기 위하여 電線의 鎔融痕에 대한 金屬組織을 金屬顯微鏡으로 관찰하였다. 即 1.2 [mm] 비닐 電線을 上記 各項目, 또 同一項目에 대하여도 그 原因의 程度別 (過電流度200%, 300%, 400%, 500%, 600%의 過電流의 通過時間, 短絡電流, 火焰 溫度의 强弱別 等)로 試片을 多數採取하여 金屬組織顯微鏡으로 그 內部組織의 變化를 比較觀察하였는데 이에 의하여 究明된 結果는 다음과 같다. 아래에 揭載한 金屬 顯微鏡寫眞의 倍率은 이고, 부식액으로서는 50% HNO_3 水溶液을 사용하였다.

〔8.2.〕 短絡電流 또는 過電에 의한 金屬組織變化 樣相의 特徵

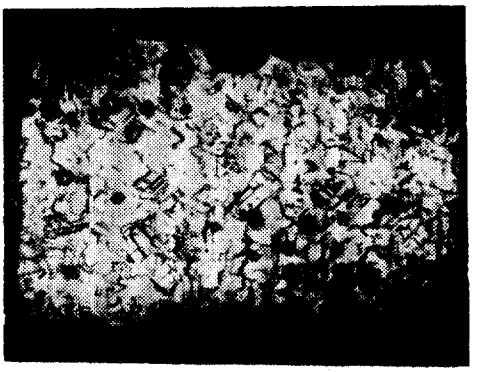
一般的으로 過電流나 短絡電流로 鎔融된 試片의 金屬顯微鏡組織은 鎔融端에서 大略 3〔mm〕 以內의 짧은 部分이 鎔融 또는 半鎔融된 狀態의 鑄造組織을 形成함과 동시에 酸化銅이 粒界에 侵透하지 않고 球形으로 散在하고 있다.

또 粒子(grain) (粒界로 둘러 쌓인 部分)의 크기가 比較的 작고, 粒界는 鑄造組織에 가까운 形態인 曲線形으로 되어있다.

사진 5. 6은 그 代表的인 組織을 나타낸 것이다.



〈사진 5〉 (端部) 短絡電流만에 의한 金屬組織變化樣相



〈사진 6〉 (端部에서 7mm) 短絡電流만에 의한 金屬組織變化樣相

〔8. 3〕 火焰에 의한 金屬組織變化 樣相의 特徵

이 경우에는 過電流 또는 短絡電流의 경우보다 加熱時間이 길기 때문에 酸化物이 粒界에沿하여 깊이 侵透되어 있다. 즉 酸化深度가 깊다.

또 加熱溫度가 短絡인 경우에 비하여 그렇게 높지 않으므로 比較的 直線形의 粒界가 어느 程度 남아 있다.

또 粒子(grain)가 比較的 크게 形成되어 있다. 사진 7, 8은 그 한 例이다.

〈사진 7〉 (端部) 火焰만에 의한 金屬組織의 變化樣相

〈사진 8〉(端部에서 3mm) 火焰만에 의한 金屬組織의 變化樣相

〔8. 4〕 火焰處理 後短絡電流 또는 過電流에 의한 內金屬部組織變化樣相의 特徵

火焰處理後 다시 過電流 또는 短絡電流에 의하여 內部組織이 變化된 試片에 있어서는 火焰만에 의한 경우보다 一般的으로 粒子(grain)가 훨씬 더 크게 成長하고 있다.

사진 9, 10은 그 代表的인 金屬組織의 한 例를 표시한다.

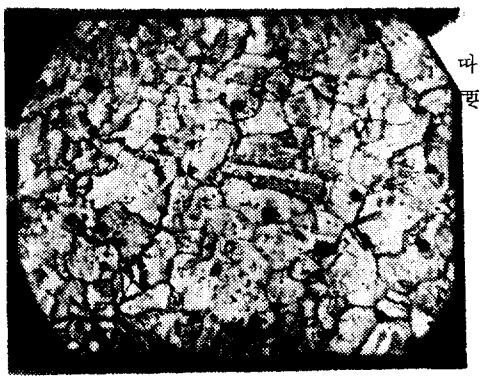
〈사진 9〉 (端部에서 4mm) 火焰 및 電流에 의한 金屬組織의 變化樣相

〈사진 10〉 (端部) 火焰 및 電流에 의한 金屬組織의 變化樣相

〔8. 5〕 短絡電流 또는 過電流 通過後 火焰處理에 의한 金屬組織變化樣相의 特徵

短絡電流 또는 過電流通過後 다시 火焰 處理한 電線試片은 鎔融端에서 5 [mm] 以上 떨어진 곳의 內部까지도 粒界에 相當히 많은 酸化銅이 浸透되어 있음을 發見할 수 있고 前述의 세 경우보다 全體的으로 內部 및 外部에 있어서의 酸化가 훨씬 더 잘 進行되어 있다. 이 組織의 例가 사진 11, 12에 표시되어 있다.

〈사진 11〉 (端部)電流 및 火焰에 의한 金屬組織의 變化樣相



〈사진 12〉 (端部에서 5 mm) 電流 및 火焰에 의한 金屬組織의 變化樣相

〔8. 6〕 電線의 金屬組織 樣相에 의한 鑑識

電線의 金屬組織에 대한 上記 4경우의 特徵을 基礎로 하면, 이것들과 發火部라고 생각되는 火災現場에서 採取한 試料 (電線鎔融망울)의 金屬組織과 비교함으로써, 그 火因이 電氣事故에 의한 것인가 또는 其他原因에 의한 것인가를 鑑別할 수 있을 것이다. 이 鑑識法은 火災原因을 판가름 하기 위한 가장 科學的인 수단이 겠으나 이들 基準資料(金屬顯微鏡寫眞)에 대하여는 더 많은 實驗的 및 統計的 硏究가 있어야 겠다.

第 二 章

電氣火災의 豫防

1 緒 言

電氣火災의 豫防對策도 電氣火災의 原因과 마찬 가지로 廣範하여 일일이 列擧하기 어려우나 于先 一般市民生活과 가장 關聯性이 깊은 低壓屋內配線 및 器具의 不備 또는 不徹底한 管理로 因한火災의 防止策에 대하여 言及 하기로 한다.

一般的으로 이와 같은 不備 또는 不徹底한 管理는

(ㄱ) 火災

(ㄴ) 感電事故

(ㄷ) 爆發性物質이 있는 場所에서의 爆發事故

등의 原因으로 되어 人命과 設備에 莫大한 損害를 끼치게 된다.

이의 豫防策으로서는

(ㄱ) 屋內配線 및 器具의 品質向上

(ㄴ) 屋內配線 및 器具의 安全管理의 徹底

등의 面에서 考察할 수 있다.

한편 過去의 經驗에 의하면 電氣를 原因으로 하는 災害는 設備構造의 不良에 基因한 것 보다는 오히려 本人의 過失에 基因하는 例가 많음에 비추어, 電氣 施設을 취급하는 사람들에게

(ㄱ) 作業指針의 確立

(ㄴ) 安全敎育의 徹底

(ㄷ) 設備의 標識 및 識別의 明確化

등의 事項을 徹底하게 認識시키는 것도 또한 效果的인 方案이라 하겠다.

2 屋內配線 電氣用品 및 材料의 品質向上

〔2.1〕 各國의 品質向上 對策

電線, 코오드, 콘센트, 퓨우즈, 電熱器등 各種屋內電氣用品의 品質向上은 事故를 未然에 防止하기 위한 一次的 要件이라 하겠다. 따라서 先進各國에서는 이를 위하여 制度上으로 또는 이와 同一한 效力을 갖는 方案으로 品質을 團束 또는 規制하고 있다.

例를 들면 美國에서는 民間機關인 火災保險協會試驗(所略稱UL)의 試驗制度가 있어, 이 UL 標識이 붙은 電氣用品에 대하여는 一般需要者의 絶對的인 信賴를 얻고 있으며, 이에 의한 豫防成果가 대단하다고 한다.

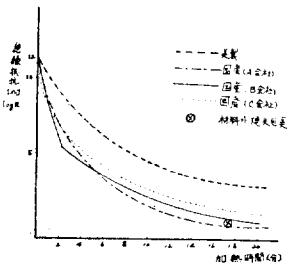
英國에서는 英國標識協會의 仕樣書에 準據하여 材料 및 器具를 檢査하는 試驗會社의 權威가 絶對的이어서, 이 會社에서 保證하는 品目은 全的인 信賴를 받고 있다.

日本에서는 電氣用品 取締規則에 의한 形式承認制度, 工業品標準化法에 의한 J.I.S. 制度電力會社에서 施行하는 推奬制度 및 個別試驗制度가 있어 역시 좋은 實績을 올리고 있다.

우리나라에서도 名實 相附한 電氣用品에 관한 規制方案이 時急히 要求되는데, 現在電氣用品 標準規格 및 團束規程의 制定이 進行中인 것으로 알고 있으며, 特히 團束規程이 具體化되면 品質向上에 큰 도움이 될것으로 생각된다.

〔2.2〕 콘센트. 폴스윗치 等의 品質向上

市販 國產콘센트, 소킷트, 푸라그, 담부라스윗치, 풀스윗치, 等의 配線器具는 外製에 비하여 손색이 있음은 注目할 事實이다.



〈그림 1〉 電氣爐中 500°C의 恒溫加熱로 因한 各種有機質콘센트의 絶緣劣化 特性

또 소킷트나 스윗치 類는 적어도 5000回 以上의 開閉試驗에 견디어야 할 것인데, 이에 대한 檢査 및 試驗體制가 갖추어 지지 않고 있는 實情이다.

그림 1은 國產有機質콘센트의 메이카別 絶緣劣化特性을 外產의 그것과 比較한 實驗曲線인데 이에 의하면 國產이 外產보다 絶緣劣化가 빨리되며, 따라서 이로 因한 災害의 發生確率은 크다고 볼수 있으므로, 災害를 豫防하자면 于先 이들의 品質向上이 時急하다는 것을 알수 있다.

이 外에 콘센트의 端子 接續不完에 의한 發焰試驗吸濕試驗등에 대하여도 역시 國產品이 外製보다 못하다는 것이 實證되었다.

또 콘센트와 퓨우즈를 거쳐서 負荷를 100〔V〕 電源에 接續한 다음 이 負荷 兩端을 短絡시켜서 短絡電流를 흘렸을 때(순시간 퓨우즈溶斷), 콘센트가 劣化 또는 破損되는 過程을 實驗한 結果에 의하면 國產品은 大略 30回의 短絡에서 完全破損 되었으나 美製의 것은 100回以上의 短絡에도 견딜 수 있었다.

〔2.3〕 絶緣電線 및 코오드의 品質向上

二種綿絶緣電線 또는 600〔V〕 고무 絶緣電線은 可燃性이나 비닐 電線은 一般的으로 難燃性이므로, 電氣 火

災豫防의 觀點에서는 後者가 有利하다고 할 수 있다. 그리고 비닐電線은 防濕에도 매우 有利하다. 그런데 美國에서는 고무 絶緣電線被覆에 不燃性 塗料를 使用하여 難燃性으로 하고 있음은 注目할만 한 일이다.

코오드에 대하여도 어떤 製品은 素線의 굵기나 가닥數가 不足한것이 있으며, 또 間或 導體에 錫鍍金한 코오드도 있는데, 錫鍍金은 銅線의 柔軟性을 減少시켜 쉽게 꺾일뿐 아니라 壽命도 현저하게 減少하므로, 이런 코오드는 使用하지 않는 것이 좋다고 報告되어 있다.

비닐코오드는 耐水性, 耐藥品性, 耐오존性, 耐燃性이지만 熱에 弱하므로, 垂下式白熱電燈電氣스토브, 電氣아이론 等에는 使用할 수 없다.

〔2.4〕 퓨우즈의 品質向上

一般的으로 퓨우즈는 過電流에 대하여 正確하고 動作하여야 함은 勿論이려니와 短絡時에도 爆發하지 않는 遮斷容量을 가져야 한다.

그런데 市販 國產퓨우즈는 實驗結果 그 遮斷容量을 信賴하기 어려운 형편이다.

一般 低壓需用家의 配線에 있어서의 短絡電流는 100〔A〕程度以下이겠으나, 高壓受電의 自家用需用家의 低壓配線의 短絡電流는 數千〔A〕 또는 數萬〔A〕에 달하는 것도 許多하다. 그런데 어떤 퓨우즈는 不過 100〔A〕程度의 電流에서도 爆發하는 것이 있어 火災의 위험성이 다분히 있으므로, 各種퓨우즈의 遮斷容量試驗이 時急히 要請되고 있다.

고리 퓨우즈는 遮斷容量이 보통 100〔A〕~2000〔A〕程度이어서 爆發의 위험이 있기 때문에 歐美各國에서는 屋內用으로 筒形퓨우즈나 푸라그 퓨우즈를 使用하고 있다.

3 屋內配線 및 器具에 關한 安全管理

〔3.1〕 屋內配線및器具에 對한 安全 管理의 必要性

電氣災害를 未然에 防止하기 위하여는 電氣設備의 安全管理에 盡力할 必要가 있다. 그 중 특히 電氣火災와 關聯性이 많은 屋全配線 및 器具에 대하여 安全管理를 效果的으로 施行하면, 매우 有效한 結果를 가져올 것으로 생각된다.

다음에 이에 대한 主要項目을 列擧하기로 한다.

〔3.2〕 分電盤, 開閉器, 퓨우즈 等에 대한 安全管理 項目

(ㄱ) 分電盤, 開閉器에 接續되어 있는 金屬管 端口의 電線은 붓싱 等으로 確實하게 保護되어 있는가 電線被覆의 損傷防止)

(ㄴ) 金屬性의 캬비넷에는 接地工事가 施行되어 있는가? (漏電, 感電防止)

(ㄷ) 非包裝 퓨우즈를 使用한 分電盤의 內面에 不燃質物이 칠하여져 있는가? (아아크에 의한 着火防止)

(ㄹ) 分電盤의 덮개가 充電部에 接觸할 수 없도록 되어 있는가?(短絡, 地絡, 感電防止)

(ㅁ) 1相에 2條以上의 電線을 끼어서 分岐시킨 個所는 없는가?(接觸不良에 의한 過熱)

(ㅂ) 水分, 濕氣가 많은 場所에 開閉器 等이 설치되어 젖어 있지는 않은가?(漏電 感電의 우려).

(ㅅ) 나이프스윗치의 充電部가 露出되어 있지 아니한가?(感電의 우려).

(ㅇ) 分電盤, 開閉器箱의 金屬部分이 金屬板, 라아스等과 電氣的으로 接續되어 있지는 아니한가?(漏電火災의 우려).

(ㅈ) 퓨우즈의 容量은 適合한가?(過負荷의 우려).

(ㅊ) 接續點等에 接觸不良한 곳은 없는가?

(ㅋ) 콘센트, 스냇프스윗치, 其他 開閉器 等의 有機質絶緣體가 劣化 또는 炭化되어 있지 아니한가? (炭化로 因한 火災우려).

(ㅌ) 各部의 絶緣抵抗은 規程直를 유지하고 있는가? (劣化, 漏電의 檢知).

(ㅍ) 퓨우즈는 確實하게 죄여져 있으며, 定格外의 퓨우즈 또는 철사 등을 使用하지는 아니 하였나?(퓨우즈 動作確實, 接觸過熱防止).

〔3.3〕 低壓屋內配線에 대한 安全管理 項目

(ㄱ) 絶緣電線에 被覆의 損傷 또는 心線이 훨씬 가늘게 工作된 個所는 없는가?(過熱, 短絡, 感電의 우려).

(ㄴ) 絶緣電線의 充電部 保護는 完全한가?(過熱, 短絡, 感電의 우려)

(ㄷ) 負荷에 充分한 電線을 使用하였는가?(電線過爆우려).

(ㄹ) 碍子引工事에 있어서 配線이 造營材에 接近 또는 接觸되어 있지 아니한가?(漏電, 短絡, 感電의 우려).

(ㅁ) 上記 工事에 있어서 配線이 水道管 및 弱電線에 接近 또는 接觸되어 있지는 아니한가?(漏電, 短絡混觸의 우려).

(ㅂ) 사람이 接近하는 곳의 電線은 고무絶緣電線以上의 絶緣耐力을 가진 것을 使用하고 있는가?(感電防止)

(ㅅ) 金屬管工事에 있어서 붓싱을 使用하지 아니한 곳, 管相互 및 박스 等에 接續不良한 곳은 없는가?(接地, 短絡, 感電의 우려).

(ㅇ) 管이 水道管, 라아스, 金屬板 等의 造營材와 接

觸된 곳은 없는가?(漏電, 短絡, 混觸, 感電의 우려).

(ㅈ) 配線이 機械的 損傷을 받기 쉬운 곳에 施設되어 있지는 아니한가?(短絡, 感電, 接地의 우려)

(ㅊ) 비닐外裝(平型)케이블을 移動電線으로 使用하고 있지는 아니한가?(斷線, 短絡, 感電의 우려)

(ㅋ) 케이블의 末端處理는 完全한가?(地絡, 短絡, 絶緣不良).

(ㅌ) 金屬管, 닥트等 內部에 電線을 接續한 곳은 없는가?(短絡, 接地의 우려).

(ㅍ) 코오드 配線은 없는가?

(ㅎ) 線間과 非接地側線 및 大地間의 絶緣抵抗이 規程値를 유지하고 있는가? (劣化, 漏電의 檢知).

[3.4] 코오드, 電燈線, 移動電線等에 대한 安全

(ㄱ) 白熱電燈의 電燈線에 비닐코오드를 使用하지는 아니하였나?(短絡, 感電의 우려).

(ㄴ) 코오드의 被覆이 損傷되어 있거나 中途接續되어 있는 곳은 없는가?(短絡, 感接, 觸不良에 의한 過熱).

(ㄷ) 코오드의 굵기가 0.75[mm²] 未滿의 것을 使用하지는 아니하였나?(短絡의 경우 15[A] 퓨우즈가 溶斷되는 대신 電線이 燃燒할 우려).

(ㄹ) 濕氣가 있는 곳의 코오드는 防濕 2個撚코오드로 되어 있지 않은 것은 없는가?(絶緣, 不良의 우려)

(ㅁ) 放電燈 工事에 있어서 安定器를 可燃質物에 直接設置해 두지는 아니 하였나? (過熱의 우려).

(ㅂ) 라아스, 金屬板等의 造營材에 燈具, 安定器 外箱 等의 金屬部分이 電氣的으로 接續되어 있지는 아니한가?(漏電의 우려).

(ㅅ) 1000[V]以上의 放電燈 工事에 있어서, 네온 電線以外의 電線을 使用하지는 아니 하였나? (感電, 地絡의 우려).

[3.5] 電氣機械器具에 대한 安全管理 項目

(ㄱ) 電球가 可燃物에 近接 또는 接觸할 우려는 없는가? (熱的經過에 의한 發火).

(ㄴ) 電球가 破損할 경우, 부근의 可燃性 가스에 着火될 우려는 없는가?

(ㄷ) 電氣스탠드에 使用되는 것이 電球와 너무 近接하여 蓄熱될 우려는 없는가?

(ㄹ) 電燈照射에 의하여 附近의 可燃物에 照射焦點을 形成할 우려는 없는가? (局部的 過熱).

(ㅁ) 螢光燈用 安定器가 過熱狀態가 아닌가? 또는 可燃性造營材에 近接하여 있거나 또는 導電性 造營材에 電氣的으로 接續되어 있지는 아니한가? (過熱, 漏電, 感電의 우려).

(ㅂ) 螢燈의 兩端 또는 一端의 밝기가 다르거나, 黑化되어 있거나, 器具가 騷音을 내거나, 電壓 또는 周波數가 낮은 狀態에서 使用하고 있지는 아니 한가?(過熱).

(ㅅ) 電熱器가 設置된 마루, 벽 等이 눌을 우려는 없는가?.그리고 附近의 카아텐 其他可燃物質이 接近 또는 接觸할 우려는 없는가?

(ㅇ) 保溫用電熱器에는 溫度퓨우즈, 溫度過昇防止器가 確實히 動作하고 있는가?

(ㅈ) 電熱器가 原來의 目的 以外의 用途에 使用되고 있지는 아니한가?

(ㅊ) 電熱器에는 電熱器用 코오드가 사용되어 있는가? (過熱短絡의 우려).

(ㅋ) 小型變壓器의 一次側回路에 適當한 自動遮斷器가 달려 있는가? (短絡, 保護).

(ㅌ) 小型變壓器가 라아스, 金屬板 等의 造營材와 電氣的으로 接触되어 있지는 아니한가? 또 造營材와 以內의 1 [cm] 사이를 유지하고 있지 아니한가? (漏電, 安定器의 過熱 우려).

(ㅍ) 테레비, 라디오 等의 안테나 또는 안테나 線이 架空電線 引入陽線 等에 接近 또는 接触되어 있지 아니한가? (混觸에 의한 火災發生 우려).

(ㅎ) 테레비, 라디오 內部의 附近에서 放電을 일으키고 있지는 아니한가?(沿面放電 等에 의한 火災發生 우려).

(ㄱ′) 테레비, 라디오 등의 內部에 먼지가 쌓여 있지는 아니한가? (沿面放電의 發生 및 放熱作用 방해 우려).

(ㄴ′) 테레비의 안테나 線을 꽂는 플라그를 電燈의 콘센트에 잘못 꽂을 우려는 없는가?(火災發生의 우려)

(ㄷ′) 振動이 심하거나 濕氣가 많은 場所에 테레비나 라디오 等을 設置하지는 아니 하였나? (接觸部分의 解弛, 吸濕放電의 우려).

(ㄹ′) 濕氣가 많은 場所 또는 爆發物이 있는 場所에 施設된 電氣機器에 各其 適當한 防濕, 防爆裝置가 마련되어 있는가? (絶緣劣化, 機械的 强度劣化, 爆發火災의 우려).

(ㅁ′) 電氣機器의 接地工事는 良好한가

(ㅂ′) 蓄電池에 열거된 電氣으로 고무電線, 비닐電線, 캡프타이어 케이블 等을 使用하고 있지는 아니한가? (酸에 의한 腐蝕에 基因한 火災우려).

(ㅅ′) 電氣機器의 絶緣狀態는 良好한가? (短絡, 漏電, 感電防止)

(ㅇ′) 電氣機器의 리이드線과 配線間의 接線狀態는 完全한가? (短絡, 漏電, 接觸不良의 우려).

附 錄

全 國 火 災 統 計

其一 54年~64年까지의 原因別 發生件數

原因別 / 年別度	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	平均%
아궁이	10% 133	14% 186	11% 129	15% 245	12.8% 200	11.3% 220	13% 305	18% 387	17.12% 326	14.3% 374	13.652
溫 突	7.1% 95	8% 106	9% 104	8% 123	6.8% 106	7.4% 144	6.24% 147	3.3% 71	5.8% 110	4.1% 106	6.57
火 爐	2.5% 33	4.3% 58	2.67% 31	2.8% 43	2.3% 35	2.6% 50	2.63% 62	2.7% 59	2.6% 49	3.54% 93	2.86
油 類	12.4% 165	9% 118	7.7% 88	6.8% 105	7.12% 111	7.5% 146	7.8% 183	6.34% 138	7% 133	8.7% 228	8.03
電 氣	**9%** **120**	**7.1%** **95**	**9.3%** **107**	**9.6%** **148**	**11%** **172**	**9.8%** **190**	**7.64%** **180**	**5.4%** **117**	**7.51%** **143**	**10.3%** **269**	8.66
煙 筒	3% 40	3.5% 46	3% 34	3.2% 50	2.3% 35	3.2% 62	3.3% 77	3.63% 79	2.2% 41	2.8% 72	3.01
灰積場	3.3% 42	6% 77	4.4% 51	5% 76	2.2% 34	6% 116	7.43% 175	8.2% 178	6.2% 118	5.84% 153	5.45
담 배	5.4% 72	5% 66	7.6% 87	5.4% 83	6% 94	5.4% 105	4.54% 106	4.5% 98	5.5% 105	6.53% 171	5.58
양 초	8% 105	8% 106	7.13% 82	7.1% 110	9% 140	10.44% 203	7.7% 181	4.92% 107	4.41% 84	2.44% 70	7.01
성 냥	4% 53	3% 40	4.3% 49	3.6% 55	4.7% 73	6% 116	6.24% 147	6.71% 146	5% 95	4.1% 107	4.76
弄 火	3.8% 50	4.3% 58	5.8% 67	7.4% 114	5.8% 91	6% 116	8.5% 200	9.6% 208	11.81% 225	11.6% 304	7.46
燈 火	5.8% 75	6% 74	5.7% 66	4.3% 66	1.11% 64	3.1% 61	3.4% 80	3.12% 68	3.04% 58	2.3% 60	3.76
爐	4.4% 58	5% 66	3.8% 44	2.6% 40	4.43% 69	4.52% 88	4.2% 99	4.73% 102	6.2% 118	5.1% 113	4.49
風 爐	3% 41	3.5% 47	2.2% 25	2.3% 35	3.53% 55	2.52% 51	1.82% 43	2.1% 45	2.1% 40	1.64% 43	24.7
焚 火	2.6% 34	1.7% 23	2% 23	2.3% 35	1.1% 17	1.12% 22	1.31% 32	1.33% 29	0.32% 6	0.6% 15	14.3
藥 品	0.5% 7	0.22% 3	1% 11	0.5% 7	0.9% 14	0.71% 14	0.72% 17	0.8% 17	0·32% 6	0.72% 19	0.63
機械摩擦	0.8% 10	1.9% 25	1% 12	1.9% 29	1.92% 30	1.54% 30	1.14% 27	0.9% 19	1.6% 30	1.33% 35	1.3
瓦 斯		—	0.3% ε	0.13% 2	0.09% 1	0.1% 2	0.16% 4	0.22% 5	0.2% 3	0.23% 6	0.14
放 火	3.7% 49	3.9% 53	4.2% 48	4.7% 73	4.62% 72	3.9% 76	3.5% 82	4.44% 88	3.5% 66	4.3% 112	4.07
其 他	11.3% 150	7% 94	8% 92	7% 108	6.1% 95	6.9% 134	8.83% 208	10% 207	7.5% 142	9% 231	8.16
計	1,332	1,341	1,150	1,547	1,558	1,946	2,355	2,174	1,904	2,617	17.924

其二 55年~64年까지의 處種別 火災發生 件數

年度別 / 處種別	1955	1956	1957	1958	1959	1960	1961	1962	1963	1964	平均%
住宅	60% 118	64% 924	59% 683	71% 1,088	61% 956	61% 1,248	68% 1,594	69% 1,510	61% 1,230	57.5% 1,517	63.15
官公署	3% 35	0.5% 7	1.2% 14	1% 15	1.03% 16	1.3% 25	1.3% 30	0.6% 13	0.7% 13	0.61% 16	1.124
會社	1.4% 18	1.8% 26	1.7% 19	1.03% 16	1.21% 19	1% 13	0.7% 16	0.7% 16	0.8% 1	1% 26	1.13
店舖	4.1% 55	6% 82	4.3% 48	4% 62	8% 118	7% 134	6% 137	4% 86	7% 124	9% 223	5.94
學校	0.6% 8	1.1% 16	0.9% 10	1% 12	2% 29	2% 27	1% 18	1.1% 25	0.11% 20	0.8% 22	1.06
工場	6.5% 87	6.2% 90	9.1% 105	8% 131	10% 156	10% 198	8% 184	8.2% 179	10.3% 224	11% 284	8.73
倉庫	2.2% 29	2.5% 32	4% 45	2% 26	2% 25	2% 38	1% 29	1.3% 30	2% 36	1.34% 36	2.03
病院	0.8% 11	0.7% 10	0.9% 10	1% 18	1% 7	1% 8	1% 11	0.2% 5	0.2% 3	0.34% 9	0.71
興行場	0.2% 2	0.3% 4	0.09% 1	0.1% 1	0.2% 3	1% 8	0.3% 7	% —	0.06% 1	0.34% 9	0.25
敎會佛閣	0.2% 7	0.3% 17	0.6% 7	1% 15	1% 10	1% 14	1% 9	0.3% 11	0.32% 17	0.42% 11	0.58
船舶	0.5% 7	1.2% 17	0.6% 7	1% 15	1% 10	1% 14	1% 9	0.5% 11	0.9% 17	0.31% 8	0.8
其他	19.5% 260	9% 128	17% 201	11% 163	13% 208	10% 223	13% 314	13% 293	11.3% 215	17.4% 459	13.42
計	1.332	1,441	1,150	1,547	1,558	1.946	2,355	2,174	1.904	2,617	17.924

其三 55年~64年까지의 火災損害額 (원)

年度	損害額
1955	63, 537, 500
1956	130, 301, 200
1957	156, 758, 600
1958	170, 804, 800
1959	161, 944, 800
1960	936, 131, 800
1961	225, 366, 100
1962	211, 540, 600
1963	321, 077, 600
1964	296, 759, 100

〔1〕 電氣火災의 鑑識

a. 電氣火災의 鑑識法에 대한 一般的 基準을 提示하였다.

b. 有機質 電氣絕緣物의 燒殘部分, 漏電火災 成立의 3要件, 電線被覆의 變質 및 變形樣相, 短絡鎔痕, 機械的 張力에 의한 電線의 斷裂形狀, 鎔融電線의 外形 및 微視的 內部組織(金屬顯微鏡寫眞) 等을 根據로 한 電氣火災의 鑑識法中 究明된 部分을 發表하였다.

〔2〕 電氣火災의 豫防

a. 電氣火災의 豫防을 目的으로 한 屋內配線 및 器具의 品質向上 對策을 提示하였다.

b. 電氣火災의 豫防을 目的으로 한 屋內配線 및 器具의 安全管理項目을 提示하였다.

c. 市販 國產電氣用品의 品質을 評價하였다.

〔3〕 全國火災의 統計

a. 全國의 原因別 火災發生件 統計를 調査하였다.

b. 全國 處種別 火災發生件 및 損害額統計를 調査하였다.

參考文獻

1. 電氣材料學 : 禹亨疇, 趙哲 著
2. 高電壓工學 : 丁性桂 著

3. 美國 National Fire Protection Association 發行 Hand Book
4. 韓國 治安局 消防課 刊行：火災原因分類 및 報告要領
5. 韓國 火災原因 統計表
6. 高電壓工學：望月 著
7. 電氣絕緣論：烏山 著
8. 物理工學：鳩山道夫 著
9. 材料試驗法：山田良之助 著
10. 日本火災學會誌
11. 日本火災學會 論文集
12. Electrical Insulation: Graham Lee Moses
13. 電氣材料：田中哲郞 著
14. 火災調査必携：日本東京消防廳豫防部編
15. 防火管理의 知識： 〃 〃
16. 消防白書(昭和 40年版)：日本 消防廳
17. 其他 刊行雜誌

(1967年 2月 16日 接受)