

# 感電死事件에 對한 鑑定

報 告  
15-3-3

禹 亨 疇\* · 丁 性 桂\*\*

1966年 2月 22日 大田市 仁洞 所在 理髮館에서 理髮師가 드라이야로 作業中 갑자기 死亡한 事件이 발생했는데, 이에 대하여 大田地方法院으로부터 鑑定依頼가 있어 7月 20日 現地調査한 결과 드라이야히터線과 金屬케이스를 絶緣한 石綿布에 幅 2mm, 길이 4mm 정도의 橢圓形구멍이 뚫려 있었으며, 히터線도 그 場所에서 끊어져 있었다. 또 事故當日에는 진눈깨비가 왔다 하며 따라서 理髮師의 신발이 젖어 있었다고 한다. 그리고 韓電大田支店 및 理髮所主人의 證言(感電되는 순간에 停電이 되었다고 하는 등의)을 綜合한 결과 아래와 같은 鑑定書를 提出한 바 있다.

高壓配電線의 昇壓에 따른 感電事故가 발생할 우려가 있을 것으로 豫想되어 이 檢討內容이 會員여러분들에게 조금이라도 參考가 될가 하여 그 內容을 여기에 報告하는 바이다. 이 內容外에도 參考가 될만한 事項이 있으면 기탄없이 敎示하여 주시기를 바라는 바이다.

## 鑑定書

### 鑑定事項

法院側質疑 1. 理髮所에 施設된 드라이야에 의하여 高壓電流가 흘러 사람이 사망할 수 있는가.

答: 드라이야에 高壓이 侵入하는 경우가 있을 수 있고, 이에 따라 사람이 死亡할 수도 있다.

(a) 高壓이 侵入하는 경우는

(가) 柱上變壓器 低壓側 1線非接地時 또는 接地狀態가 不良할 時에 高低壓混觸이 발생하였을 때

(나) 低壓配電線이 雷擊을 당하였을 때이며

(b) 사람이 死亡하는 경우는

(가) 드라이야 石綿布의 絶緣이 그 高壓으로 破壞되었을 때

(나) 이때 人體를 통하는 電流가 危險值(約 20mA 정도)以上일 때이다.

그러나 非正常狀態 即 手足과 신발이 젖어있고 드라이야 石綿布의 絶緣이 不良한 경우에는 低壓(300V 이하)에 의해서도 感電死하는 경우가 있다.

法院側質疑 2. 死亡者를 해부한 결과 身體에 다른 異狀은 없는데 感電이라면 燒體되지 않고 死亡할 수 있는가.

答: (a) 高壓感電으로 死亡한 屍體에는 高壓感電에 特有한 痕跡이(感電部分 특히 接地側部分에 燒體된 痕跡) 생기는 것이 보통인 것으로 알려져 있다.

(b) 低壓感電死인 경우에는 特別한 痕跡이 없는 경우가 많다.

(c) 感電속크를 받아 2次的인 原因(心臟마비, 墜落等)으로 死亡하는 경우에도 感電痕跡은 생기지 않는 것이 보통이다.

法院側質疑 3. 本件事故當時 事故現場, 理髮所 周圍의 電氣施設關係 및 理髮所環境 및 當時 使用된 드라이야 使用經緯 및 現在押收된 드라이야 등을 살피어 과연 韓國電力株式會社側의 過失에 의한 高壓電流가 흘러 소외망 박장삼이 死亡한 것으로 볼 수 있는가.

答: 本設問에 대한 鑑定은 이를 다음 各項의 경우로 나누어 생각한다.

가. 高低壓非混觸時

(a) 柱上變壓器低壓側 1線 接地時

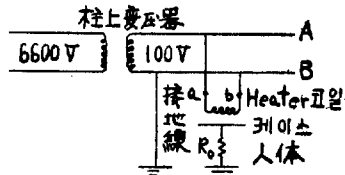


그림 1.

(1) 히터코일이 케이스와 完全 絶緣되어 있으면 感電은 되지 않는다.

(2) 히터 코일의 1端 a가 絶緣不良으로 케이스와 接觸되면 人體에는 100[V]의 電壓이 걸리게 되는데 이때 手足 및 신발이 젖어 있어 手足에서의 接觸抵抗이 적으면 致命的인 電流가 흘러 低壓感電死가 가능하다.

文獻(日本: OHM誌, 1964年 4月, p. 95)에 의하

\*, \*\* 서울大學校 工科大學 電氣工學科

면 非正常狀態下에서는 40[V], 60[V]에도 死亡하는 일이 많다고 하니, 100[V]에서의 感電死도 있을 수 있다.

(ㄷ) 그러므로 本件의 경우 上記 (ㄴ)項의 經緯에 의하여 低壓感電死를 생각할 수 있다.

即 事故當日 진눈이 내렸으며, 理髮師의 手足과 신발이 젖어 있었고, 이어놓은 하이타 코일의 接觸部過熱로 石綿布에 생긴 구멍을 통하여 코일이 케이스와 接觸될 수 있기 때문에 위 (ㄴ)項의 條件이 滿足되어 低壓感電死가 가능하다.

이 경우 石綿布에 생긴 구멍이 이어 놓은 코일의 接觸部過熱로 생긴 것이 아닌가 推定하는 것은

i) 高壓에 의한 絶緣破壞로 石綿布에 그만큼 크기의 구멍이 뚫릴 정도의 電流가 흘렀다면 人體에도 반드시 燒體된 痕跡이 생겼을 것인데 그러한 痕跡이 전혀 없다는 點

ii) 實驗結果 3.800, 또는 6.600[V]에 대해서 石綿布에 그만큼 크기의 구멍이 생기지 않았다는 點 등에 그 根據를 둔 것이다.

(b) 柱上變壓器低壓側 1線非接地時

이 경우에는 約 50[V]의 電壓이 걸리게 되는데 (a)項의 경우와 마찬가지로 經緯로 역시 低壓感電死를 생각할 수 있다.

이리하여 高低壓混觸이 일어나진 않아도 理髮師 手足 및 신발의 젖은 狀態, 드타이야 石綿布의 구멍난 狀態, 하이타 코일 1端의 끊어진 狀態, 接地狀態 등을 고려하여 判斷하면 低壓感電死도 일어날 수 있었다고 본다.

나. 高低壓 混觸時

事故當時 變壓器에서 “펑”하는 소리가 났다는 理髮師 主人의 證言, 高壓側 봉침으로 들어가는 引入線의 不良, 봉침의 1部 破損 등을 고려하여 判斷하면, 그 當時 高低壓混觸이 일어날 수 있었다고 본다.

이 경우의 高低壓 混觸은 高壓線과 變壓器外函사이의 閃絡現象에 基因한 것으로 본다.

(a) 柱上變壓器低壓側 1線接地時

(ㄱ) 柱上變壓器低壓側 1線을 接地하는 것은 高低壓混觸時 低壓配電線의 對地電壓을 危險値以下로 制限하여 電氣機器의 燒損, 人體에 대한 危險을 防止하려고 하는 것이 그 目的이다.

이 危險値는 電氣工作物規程에 150[V]로 되어 있으며 이 規程대로 하자면 接地電流[A]×接地抵抗[Ω] < 150[V]가 만족되도록 接地抵抗을 制限해야 한다. 따라서 接地工事が 不實하여 그 接地抵抗이 위식을 만족 못하는 경우에는 低壓側을 接地

해도 高低壓 混觸時 低壓側 配電線의 對地電壓이 150[V] 以上으로 되어 人體 또는 電氣機器에 危險을 주게 된다.

(ㄴ) 그런데 7月 20日 現場에서 實測한 接地電流는 2.26[A], 接地抵抗은 16[Ω]이므로  $2.26 \times 16 = 36[V]$ 가 되어 電氣工作物規程에 의한 150[V]보다 훨씬 적다.

이 경우 低壓側 非接地線의 對地電壓은 最大値로서  $100 + 36 = 136[V]$ 가 되므로 이 線의 對地電壓도 역시 150[V]보다 적어 規程에 맞는다.

(ㄷ) 다음에 이 경우 理髮師가 36 또는 136[V]의 電壓에 感電되어 死亡할 수 있으나 하는 問題인데 前記한 質疑 3의 (가), (a), (ㄷ)項에 記載된 바와같은 經緯로 이들 電壓에도 感電死가 일어날 수 있었다고 본다.

(ㄹ) 結局 低壓側 1線을 規程대로 接地해도 非正常狀態下에서는 危險을 完全히 防止할 수는 없는 結果가 되는데 事實上 現在의 技術은 危險을 最大限으로 抑制하자는 정도의 水準에 지나지 않으며 그 完全防止策이란 생각할 수 없는 實情이다.

(ㄱ) 上記의 實測된 接地電流란 變電所에 설치된 接地繼電器回路開閉의 挿入抵抗에 따라 변하는 것인데 當日實測時에는 事故當日 設定된 挿入抵抗과 同一한 抵抗(500Ω)으로 하였다 하므로 接地電流의 實測値는 事故當日의 것과 同一하다고 볼 수 있다.

(ㄴ) 接地抵抗도 季節, 天候 등에 따라 相當히 變化하는 것으로 實測 當日에는 乾燥된 狀態에서의 값이며 事故當日인 2月 22日에는 雨天이었다 하므로 接地抵抗은 보다 적었을 것으로 본다.

(ㄷ) 以上을 綜合하면 接地抵抗이 規定値以下로 되어 있었으므로 理髮師가 感電으로 死亡했다면 그것은 非正常狀態下에서의 低壓感電死였을 것으로 본다.

( ) 以上은 正常狀態에 대한 檢討인데 過渡狀態에 있어서의 現象을 생각해 보기로 한다.

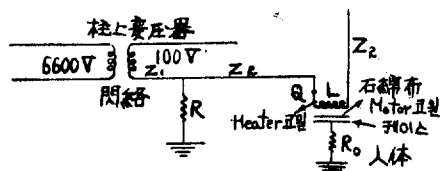


그림 2.

이 경우의 電氣回路는 그림 2와 같으며, 여기서  $Z_1, Z_2$ 는 低壓配電線의 波動임피던스,  $R, R_0$

는 各各 接地抵抗 및 人體抵抗, L는 드라이야 오타 코일과 하이타 코일의 인덕턴스이다.

高壓線과 變壓器 外函사이엔 閃格이 일어나면 外函이 低壓側 1線과 共同接地되어 있었으므로 그 순간 衝擊波電壓이 低壓側配電線에 傳播된다.

지금  $Z_1$ 에서의 侵入波電壓을  $C_0$ 라 하면  $Z_2$ 에의 透過波電壓  $e_t$ 는

$$e_t = \frac{\frac{2}{Z_1}}{\frac{1}{Z_1} + \frac{1}{Z_2} + \frac{1}{R}} e_0$$

가 되며 Q점 히이타 코일 1端의 電壓  $e_Q$ 는

$$\begin{aligned} e_Q &= 2e_t \left( \frac{Z_2}{Z_2 + Z_2} + \frac{Z_2}{Z_2 + Z_2} \varepsilon^{-\frac{2Z_2}{L}t} \right) \\ &= 2e_t \left( \frac{1}{2} + \frac{1}{2} \varepsilon^{-\frac{2Z_2}{L}t} \right) \end{aligned}$$

지금  $t=0$ 인 순간을 생각하면

$$e_Q = 2e_t$$

式에서 波動임피이다스  $Z_1 = Z_2 = Z = 400\Omega$ 로 잡으면(보통 低壓配費線의 波動임피이다스는  $400 \sim 600\Omega$ 이며 그 下限值  $400\Omega$ 로 잡는 것은  $e_Q$ 를 크게 하는 결과가 됨)

$$e_t = \frac{2R}{2R + Z} e_0 = \frac{2 \times 16}{2 \times 16 + 400} \times 3,800 = 281V$$

따라서  $t=0$  즉  $e_t$ 가 Q점에 도달한 순간의 Q점의 電壓은

$$e_Q = 2e_t = 2 \times 281 = 562[V]$$

가 되며 이 電壓은 時間의 經過와 더불어 指數函數的으로 급격히 적어진다.

(x) 위 計算에 의하여 過渡的으로는 히이타 코일의 1端에 순간적으로  $560[V]$ 의 電壓이 걸려 이것이 급격히 減衰되는데 이 衝擊波電壓의 持續時間은 數萬分之 1秒程度밖에 안된다.

(\*) 따라서 이정도 電壓으로는 石綿布의 絶緣이 破壞되지도 않으며(實驗結果 石綿布의 破壞電壓은  $900 \sim 1,200[V]$ 이었음) 또 그 持續時間이 너무 짧기 때문에 이러한 衝擊波電壓으로 인한 感電死는 생각하기 곤란하다.

即 이때 人體에 흐르는 電流는  $I = \frac{R_0}{e_Q}$ 로 人體抵抗  $R_0$ 를 그 最低值인  $500[\Omega]$ 로 보면

$$I = \frac{560}{500} = 1.1[A]$$

가 흐를 수 있다. 그러나 文獻(日本電氣學會誌: 1966年 2月號, p.167)에 의하면 心室細動電流工(0.5% 確率로 心室細動을 일으키는 電流)와 電擊時間 T 사이에는

$$I = \frac{165}{\sqrt{T}} \times 10^{-3}$$

란 관계가 있다 하므로, 지금  $1.1[A]$ 로 死亡하면 電擊時間은 式으로부터 約  $0.023$ 秒 即  $23$ ms가 되어야 한다. 그런데 前記한 바와 같이 衝擊波電壓이 切加되는 時間은 數十ms程度에 不過하므로 이것은  $23ms$ 에 比하면 문제도 안되는 短時間이기 때문에, 이러한 衝擊波電壓으로 理髮師가 死亡했다고 보기에는 困難하다.

(b) 柱上變壓器 低下側 1線 非接地時

(1) 이 경우에는 高低壓混解時 低壓配電線에  $\frac{6600}{\sqrt{3}} = 3800[V]$ 가 그대로 들어오므로 本件의 경우는 石綿布가 그 絶緣이 砂壤되어 人體에  $3800[V]$ 에 상당한 電流가 흘러 高壓感電死가 일어날 수 있다.

(2) 그러나 柱上變壓器 低壓側이 接地가 안되어 있었다면

(i) 위 (1)에서와 같이 高壓感電死이 있을 것이므로 人體에 感電의 痕跡이 생겼을 것인데 그 痕跡이 전혀 없다 하며

(ii) 低壓配電線에  $3800[V]$ 가 걸렸다면 理髮所 드라이야 以外에 다른 需要家의 電氣機器(특히 레디오) 또는 電氣施設에 異狀이 생겼을 것인데, 그러한 異狀이 전혀 없었다고 하므로 柱上變壓器 2次側은 接地가 제대로 되어 있었으며, 따라서 本件事故는 非接地로 인한 高壓感電死는 아닌 것으로 생각된다.

### 結 論

以上質疑 (1), (2), (3)을 綜合하여 다음과 같은 結論을 얻는다.

가. (3), (나), (b), (2)項에 의하여 變壓器 低壓側 1線은 接地가 되어 있었으며, 그 接地抵抗은  $16\Omega$ 로 規程에 適合하게 되어 있었다고 본다.

따라서 本件의 경우 接地가 되어 있었다고 前提하고 結論을 내린다.

나. 高低壓非混觸의 경우

드라이야의 히이타 코일과 케이스와의 絶緣不良으로 코일이 우연히 케이스에 接觸되어, 非正常狀態下에서의 低壓(100V) 感電으로 死亡한 경우를 생각할 수 있다.

即 文獻(日本: OHM誌, 1964年 4月號, p.95)에 의하면 低壓(40~65V)에도 死亡하는 경우가 많다는點, 히이타 코일의 不完全 接觸으로 인한 高熱로 石綿布에 구멍이 생겨 있었다고 생각할 수 있다는點, 그 구멍을 통하여, 히이타 코일이 케이스에 순간적으로 接觸할 수 있었다는點, 理髮師의 手足 및 신발이 젖어 있었다는點, 身體에 感電의 痕跡이 없다는點

等を 고려하면, 石綿布의 絶緣이 不良했다는 點은 直接인 原因으로한, 手발과 手足이 젖어 있었다는 非正常狀態下에서의 低感電死를 생각할 수 있다.

다. 高低壓混觸이 閃絡現象으로 일어났다고 보는 경우 (a) 正常狀態에서는 (3), (나), (a), (ㄴ)項에 의하여 36~136V의 電壓이 걸리므로, 이 경우도 上記 (4), (나)項에 의하여 非正常的인 狀態下에서의 低壓感電死를 생각할 수 있다.

(b) 過渡狀態에서는 (3), (나), (a), (ㄹ)項에 記載된 바와 같은 理由로 이 狀態下에서의 感電死를 생

각하기는 곤란하다.

라. 結局 理髮師가 感電死했다면, 그것은 低壓感電死이 있을 것으로 생각되며 그 原因은 드라이야의 保修 불차레 및 柱上變壓器에서의 閃絡에 있었다고 본다.

그러나 실사 閃絡이 일어났다 해도 接地가 規定值以下로 되어 있었으므로, 만일 드라이야의 絶緣이 正常的이었으면, 그러한 感電死는 일어나지 않았을 것으로 본다.

(1966年 9月 9日 接受)

### <事業維持會員紹介>

## 利川電機工業株式會社

- |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>1. 本 社 서울特別市中區小公洞 72-2<br/>電話交換 (28) 8291-4</p> <p>工 場 仁川市花水洞 5-5<br/>電話(仁川) (2) 2315-7</p> <p>2. 代表理事 張 炳 贊</p> <p>3. 事 業 電氣機器製造業</p> <p>4. 資 本 金 1億3千3百萬圓</p> <p>5. 生 產 量 電動機(1/4HP~2,000HP) 月 8,000HP<br/>變壓器(3KVA~66KV 級 5,000KVA)<br/>月 12,500KVA<br/>揚水機(38m/m~1,500m/m)<br/>月 12,000m/m<br/>鑄 鋼 月 200噸<br/>其他 機器 月 100種</p> <p>6. 從業員數 650名</p> <p style="text-align: center;">沿 革</p> <p>1938. 10 東京芝浦電氣株式會社 仁川工場으로 仁川市花水洞 5-5 現位置에 設立되어 小型電動機 및 變壓器를 生産함.</p> <p>1945. 8 大韓民國政府에서 管理</p> | <p>1956. 5 政府에서 拂下되어 利川 電氣工業株式會社로 改稱</p> <p>1960. 12 I.C.A 48 萬弗借款으로 現代式工作機械를 導入하여 施設을 補完.</p> <p>1958. 7 揚水機의 專門메-카인 大東工業株式會社와 合作하여 綜合製作會社로 急速한 發展을 하게됨.</p> <p>1962. 10 600馬力級 大型電動機를 製作</p> <p>1962. 12 22KV 級 1,500 KVA 特高變壓器製作에 成功. 第1次로 서울市廳에 納品</p> <p>1963. 7 66KV 級 1,500KVA 特高壓變壓器製作에 成功 以後 韓國電力株式會社에 納品</p> <p>1964. 8 1,200 馬力級大型電動機製作에 成功. 第1次로 大韓製紙 co.에 納品</p> <p>1965. 1 輸出을 爲한 小型電動機의 多量生産을 計劃. 이의 最新施設을 導入設置(東芝와 技術提携로)</p> <p>1965. 1 卷鐵心型小型變壓器를 製作키 爲하여 施設을 導入 US \$ 29,712</p> <p>1965. 8 小型油入變壓器에 對한 KS 表示許可를 받음.</p> <p>1965. 1 多股 보류-트 펌프의 多量生産施設을 갖춤 (日本의 펌프 메-카인 舊原製作와 技術提携)</p> <p>1965. 10 韓國電力 co.의 變電施設 擴張計劃에 다른 特高壓變壓器의 供給은 我社가 專擔하고 있음.</p> |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|