電氣安全管理와 火災豫防對策

池 哲 根
〈서울大學校 工科大學 敎授〉

1. 電氣火災의 原因

뜻하지 않은 火災로 因하여 人命의 損失과 財産의 被害를 입는 實例는 許多하다.

우리나라 火災發生 統計를 原因別로 보면, 아궁이에서 發生한 것이 가장 많고, 그 다음이 油類에 의한 것과 比等하게 電氣로 因한 火災가 많다.

電氣火災의 發生은 全火災의 8%정도로서 發生比重이 크다.

電氣火災를 出火의 境遇인, 發生機構에 따라서 分類하면, 過電流, 短絡, 漏電, 落雷, 接續部過熱, 熱的經過에 의한 過熱, 스파아크, 絶緣劣化 및 靜電氣등에 의한것 등이라고 볼 수 있다.

(1) 過電流에 의한 發火

電線이나 導體에 電流가 흐르면, 쥬울의 法則에 따라서 熱이 發生한다.

發熱과 放熱이 平衡되는 安全電流의 正常狀態에서는 이 發熱이 火災의 原因이 될 수 없다.

그러나 過負荷가 걸리거나 電氣回路의 一部에 電氣事故가 發生하여 回路가 非正常狀態로 되면 그때의 過電流로 因한 過熱이 發化原因으로 進展될 可能性이 있다.

즉, 電線, 코오드, 코일, 抵抗器등에서 熱의 放散條件이 不良한 곳에서나 또는 그 부근에 引火點이 낮은 可燃性의 物質이 있으면, 그곳에서 發火하게 된다. 일반적으로 火災發生의 可能性은 고무絶緣電線이 비닐絶緣電線보다 더 많은데 비닐電線의 경우, 過電流度 200~300%정도에서 비닐被覆이 變質, 變形, 脫落하게 되고, 500~600%정도에서 電線이 赤熱한後 熔融된다.

過電流에 의한 發火의 例로서, 코오드 配線中 스테이풀部分에서 短絡하여 過電流가 흘러 코오드가 發光된 경우와 3相電動機 스위치의 接觸狀態不良으로 單相運轉이 되어 捲線에서 發熱하여 出火하는 경우 등이 있다.

(2) 短絡에 의한 發火

電線이나 電氣機械에 있어서 絶緣體가 電氣的 또는 機械的 原因으로 破壞되거나 또는 變質되면, 電流의 通路가 바뀌어 短絡現象이 일어난다

屋內低壓配線이 短絡한 순간의 短絡電流는 配線의 깊이, 電線의 굵기에 따라 다르지만, 대략 1000[A] 이상으로 된다. 短絡하는 순간 爆音과 함께 短點에서 스파아크를 발생하여 短絡點이 떨어진다.

短絡이 생겼을 때의 火災는

(i) 短絡點에서 발생한 스파아크로 주위의 引火性가스 또는 物質에 引火되는 경우

(ii) 短絡의 순간의 赤熱된 電線이 周圍의 引火性 物質 또는 可燃性 物體에 접촉되어 發火하는 경우

(iii) 短絡點 內外의 電線被覆이 燃燒하여 이것이 發火源으로 되는 경우 등이 있다.

이상의 각 경우는 充電狀態에서의 短絡回路가 구성된 상태에서 電源이 投入된 回路中의 가장 弱한部分의 電線이 溶斷되는 경우도 있다.

또한, 短絡時에도 發熱과 放熱의 平衡關係上, 가장 發火하기 쉬운 部分에서 發火되므로, 短絡部分과 發火部分과는 반드시 一致한다고 斷定할 수 없다.

短絡에 의한 發光의 實例로 키이소키트내에서 코오드의 피임이 解地되어 端子와 코오드가 接觸短絡되어 코오드 被覆에 着火한 경우, 또는電動機의 捲線이 層間短絡을 일으켜서 捲線이 過熱되어 出火한 경우 등을 생각할 수 있다

(3) 漏電에 의한 發火

電線이나 電氣機器의 絕緣이 破壞되어 充電體가 電氣的으로 連結된 建物內의 金屬材를 通하여 大地와 接觸되면, 電流가 그 金屬體를 通하여 地面으로 流出한다.

이와같이 電流가 大地로 흐르는 것을 漏電이라 하며, 漏電으로 發火하여 火災가 發生하는 경우를 漏電火災라 한다. 실제로 漏電火災에서는 電線이나 電氣機器에서 電流가 流出하는 부분 및 金屬材가 發熱하는 部分등의 構造가 各樣各色이며, 또 電流의 通路인 金屬材의 狀態도 多樣하므로, 出火의 位置와 樣相도 一律的으로 말하기 곤란하다. 그러나 漏電 火災를 立證하기 위하여는 반드시 漏電點, 發火部, 接地點의 3要件을 究明하여야 한다.

具體的으로 實例를 들면, 連接引入線이 建物의 1角에 있는 金屬製물받이 등에 접촉하므로서 漏電되는 경우, 埋入電線管內의 電線被覆 不良으로 인한 漏電으로 몰탈, 라아스에 漏電電流가 흘러 發熱出火하는 경우, 水道管에 의하여 接地된 경우 引火線의 接續器에서 接續金具가 함석지붕 또는 排氣筒에 接觸 漏電하므로서 함석 지붕을 通한 漏電電流가 함석板의 이임새에서 發火한 경우 등을 들 수 있다.

(4) 地絡에 의한 發火

地絡은 電流가 大地를 通하는 點이 短絡과 다르다.

이 경우 電流가 大地를 通하기 때문에 接地抵抗値가 문제가 된다.

그런데 이 接地抵抗値는 電線에 比하여 대단히 크므로, 短絡에서와 같은 큰 電流는 극히 드물게 흐른다.

또한 高壓의 경우는 大地와의 사이에 金屬體가 없어도 木材와 같은 不完全한 絕緣物을 通하여 木材가 發火되는 경우가 있다.

일반적으로 地絡의 경우, 우선 地絡地點을 찾는 것이 重要하며, 이 경우 地絡地點의 電線類와 함석, 쇠못, 라이스等의 金屬 相互間에 특수한 溶痕을 남긴다. 高壓의 경우는 스파아크가 심하므로 그 흔적이 분명하다.

具體的인 實例로는 倉庫內에서 荷物用리프트와 動力配線이 리프트鐵柱에 地絡하여 그때의 스파아크로 쓰레기통에 着火한 경우, 電柱上의 高壓碍子가 破損하여 電柱 木部에 電流가 흘러 電柱가 發火하는 경우등이다.

(5) 接續部의 過熱에 의한 發火

電線과 電線, 電線과 端子 또는 接觸片 등의 導體에 있어서 接觸狀態가 不完全하면 특별한 接觸抵抗을 나타내어 發熱하게 된다.

이 發熱은 局部的이며, 그 部分에 酸化, 熱膨脹, 收縮 등의 現象이 나타나 接觸面이 거칠어지므로 接觸抵抗이 增大하여져 드디어 赤熱狀態가 되어 周圍의 可燃物을 發火시킨다.

이 경우에는 特殊한 腐蝕 및 過熱의 痕跡이 남기 때문에 識別하기가 용이하다. 그 具體的인 例로서, 코오드를 도중에서 접속 하였을때, 그 接

觸狀態가 나쁘면 發熱하여, 코오드에 發火할 수 있으며, 柱上變壓器의 리이드 線과 캐취홀더의 接續部에서 죄임이 풀려 接觸不良이 되면 發熱하여 리이드線에 着火할 수 있는 경우등을 들 수 있다.

(6) 熱的經過에 의한 發火

電燈, 電熱器등을 可燃物 周圍에서 사용하거나 熱의 放散이 잘 안되는 狀態에서 사용하면, 熱의 蓄積이 일어나 可燃物을 發火시킨다.

그런데, 熱的 經過에 의하여 發火한 경우에는 電氣的인 證據가 남지 않는 것이 보통이다.

그 具體的 例로서는, 電氣火爐를 담요로 씌워 放置한 결과 電球의 放射熱에 의하여 담요에 着火한 경우, 電氣담요의 스위치를 끊어두지 아니하였기 때문에 담요속의 電氣抵抗體의 溫度가 上昇하여 着火하는 경우 등을 들 수 있다.

(7) 스파아크에 의한 發火

스위치로 電氣回路를 끊거나 닫을 경우 또는 電氣回路가 短絡될 경우 등에 스파아크가 發生하는데, 이 스파아크는 回路를 끊을 때가 심하다.

이 경우 스파아크 가까이에 可燃性가스, 蒸氣 또는 固體가 있을 경우에 引火 또는 着火한다. 스파아크에 의하여 火災가 發生한 例로는, 製綿工場에서 모오터의 스위치를 끊을 때 발생한 스파아크로 부근에 부착된 綿에 着火한 경우, 가솔린 蒸氣가 있는 장소에서 스위치를 끊었기 때문에 발생한 스파아크로 引火된 경우 등을 들 수 있다.

(8) 絕緣劣化 또는 炭化에 한 發火

屋內配線 및 配線器具의 絕緣體는 대부분이 有機質로 되어 있는데, 일반적으로 有機質은 長久한 時日이 經過하면 그 絕緣性이 老化한다. 그 밖에도 有機質 絕緣物은 스파아크등의 高溫下 또는 空氣의 流通이 나쁜 곳에서 加熱되면 炭化過程을 겪어 導電性을 띄게 된다. 그런데 이것이 電壓이 걸리면 微力電流에 의한 局部加熱로 炭化現象이 累進的으로 促進되어 電流가 점점 增加한다. 따라서 炭化는 더욱 促進되어 有機物質이 高溫에 이르러 發火하거나, 부근의 可燃物에 着火하게 된다.

이 現象은 短絡, 스파아크, 接觸部의 過熱등의 現象이 發生하는 過程에서 並發하는 경우도 있다.

이 現象이 發生한 後 炭化物이 殘存되어 있을 경우에는 그 炭化物은 抵抗値가 數〔Ω〕에서 數100〔Ω〕정도의 導電性을 띠게 된다.

具體的 例로는, 풀스위치를 끊을 때 발생한 스파아크로 有機絕緣物이 炭化하여 電流가 흘러 發火한 경우 테이블 램프의 콘센트가 炭化하여 發火한 경우 등을 들 수 있다.

(9) 靜電氣에 의한 發火

靜電氣는 物質의 마찰에 의하여 發生하는 것으로서 그 大小 및 極性은 帶電列

⊕毛皮, 유리, 雲母, 명주, 綿布, 木材, 琥珀, 樹脂, 金屬, 硫黃, 세루로이드⊖

에 의하여 결정된다.

靜電氣에 의하여 火災로 進展되는 것은 靜電스파아크에 의하여 可燃性의 가스 및 蒸氣에 引火되는 경우이다.

糊引機로 布에 풀을 塗布할 때 發生한 靜電스파아크에 의하여 溶液에 引火한 경우와 防水液 塗布加工中 靜電 스파아크에 의하여 防水液의 蒸氣에 引火한 경우 등을 들 수 있다.

(10) 落雷에 의한 發火

落雷는 靜電氣에 의한 구름과 大地間의 放電現象인데, 落雷가 發生하면, 電氣回路에 異常電壓이 誘起되어 絕緣物를 破壞시킬 뿐만 아니라. 이때 흐르는 大電流가 火災의 原因이 되는 경우도 있다.

實例로서, 送電線에 落雷하여 變電室의 避雷

器를 破損시키고, 더우기 高壓碍子를 破壞시킨 후 電線을 切斷시킨 경우와 또한 高壓配電線에 落雷하여 柱上變壓器 및 變電室의 P.T를 燒損시킨 경우 등을 들 수 있다.

2. 電氣火災의 豫防

電氣火災의 發生을 未然에 防止하는 豫防對策도 電氣火災의 原因과 마찬가지로 廣範하다.

우선 일반 市民生活과 가장 관련성이 깊은 低壓屋內配線 및 器具의 不備 또는 管理不足으로 因한 火災防止策에 대하여 考察하기로 한다.

屋內配線 및 器具의 不備 또는 管理不實은 火災, 感電事故, 爆發性物質이 있는 場所에서의 爆發事故 등의 原因이 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

(ㄷ) 火災 및 漏電에 대한 警報體制의 積極的 活用등의 面에서 考察할 수 있다.

(1) 屋內配線, 電氣用品 및 材料의 品質向上

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이다. 그러므로 各國에서는 이를 위하여 制度上으로 品質을 團束 또는 規制하고 있다. 우리나라에서도 標準規格制度와 電氣用品 團束規程에 의한 製造免許와 形式承認의 制度가 있으며 電氣用品의 品質向上에 많은 實績을 올리고 있다.

市販되고 있는 國產콘센트, 소키트, 플라그, 덤불러스위치, 풀스위치等의 配線器具는 外製에 遜色이 없다고 볼 수 있다.

2種綿絕緣電線 또는 600[V] 고무絕緣電線은 可燃性이나 PVC電線은 일반적으로 難燃性이므로, 電氣火災 豫防의 觀點에서는 PVC電線이 有利하다.

國產 PVC電線의 品質面에서 아직 改善할 點이 있다.

芯線의 斷面積이 規格보다 적은 것도 있음은 수치스러울 뿐이다.

또한 PVC被覆의 絕緣抵抗特性이 60~70[°C] 以上의 高溫에서 外製에 比하여 多少 뒤떨어지고 있다. 이것은 火災豫防의 觀點에서 생각해 볼때 注目할만하다.

비닐코오드는 耐水性, 耐藥品性, 耐오존性 耐燃性이지만 熱에 弱하므로 대다는식 電燈, 電氣스토오브, 電氣다리미 等에는 사용할 수 없으며 이들에는 電熱코오드를 사용하여야 한다.

퓨우즈는 일반적으로 過電流에 대하여 정확하게 動作함은 물론이려니와, 短絡時에도 爆發하지 않는 遮斷容量을 가져야 한다.

그러나 市販 國產퓨우즈는 遮斷容量을 信賴하기 어려운 형편이다.

爆發하기 쉬운 國產퓨우즈의 危險을 막기 위하여 筒形퓨우즈 또는 플럭퓨우즈를 사용하는 것이 바람직하다.

(2) 屋內配線 및 器具에 관한 安全管理

電氣火災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.

그중에서도 特히 電氣火災와 關聯性이 많은 屋內配線 및 器具에 대하여 安全管理를 效果的으로 施行하면, 即, 定期的으로 點檢하고 補修하면 有效한 결과를 얻을 수 있다.

(i) 分電盤, 開閉器, 퓨우즈等에 대한 安全管理項目

① 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)

② 金屬性의 分電盤用 캐비넷에는 接地工事가 實施되어 있는가? (漏電, 感電防止)

③ 非包裝 퓨우즈를 使用한 分電盤의 內面에 不燃性物質이 칠하여 있는가? (아아크에 의한着

火防止)

④ 分電盤의 덮개가 充電部에 接觸할 수 없게 되어 있는가?(短絡, 地絡, 感電防止)

⑤ 1相에 2가닥以上의 電線을 끼어서 分岐시킨 個所는 없는가?(接觸不良에 의한 過熱)

⑥ 水分, 濕氣가 많은 場所에 開閉器等이 設置된 것이 젖어 있지 않은가?(漏電, 感電의 우려)

⑦ 나이프 스위치의 充電部가 露出되어 있지 아니한가?(感電의 우려)

⑧ 分電盤, 開閉器函의 金屬部分이 金屬板 라이스等과 電氣的으로 接續되어 있지는 아니한가?(漏電火災의 우려)

⑨ 퓨우즈의 容量은 適合한가?(過負荷의 우려)

⑩ 接續點等에 接觸不良한 곳은 없는가?(過熱着火의 우려)

⑪ 콘센트, 스냅프 스위치, 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의 우려)

⑫ 各部의 絶緣抵抗은 規定値를 維持하고 있는가?(劣化, 漏電의 檢知)

⑬ 퓨우즈는 確實하게 죄어져 있으며, 定格外의 퓨우즈 또는 철사 등을 使用하지 아니하였는가?(퓨우즈動作確實, 接觸過熱 防止)

(ii) 低壓屋內配線에 대한 安全管理項目

① 絶緣電線의 被覆에 損傷 또는 芯線이 훨씬 가늘게 工作된 個所는 없는가?(過熱短絡, 感電의 우려)

② 絶緣電線의 充電部 保護는 完全한가?(短絡, 感電의 우려)

③ 負荷에 充分한 電線을 使用하였는가?(電線過熱 우려)

④ 碍子引工事에서 配線이 造營材에 接近 또는 接觸되어 있지 아니한가?(漏電, 短絡, 感電의 우려)

⑤ 碍子引工事에서 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)

⑥ 사람이 接近하는 곳의 電線은 고무 接緣電線以上의 絶緣耐力을 가진 것을 使用하고 있는가?(感電防止)

⑦ 金屬管工事에서 붓싱을 사용하지 아니한 곳, 管相互 및 박스等에 接續不良한 곳은 없는가?(接地, 短絡, 感電의 우려)

⑧ 配線管이 水道管, 라이스, 金屬板等의 造營材와 접촉된 곳은 없는가?(漏電, 短絡, 混觸感電의 우려)

⑨ 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)

⑩ 비닐外裝케이블을 移動電線으로 使用하고 있지는 아니한가?(斷線, 短絡, 感電의 우려)

⑪ 케이블 端末處理는 完全한가?(地絡, 短絡絶緣의 不良)

⑫ 金屬管, 닥트等 內部에서 電線을 接續한 곳은 없는가?(短絡, 接地의 우려)

⑬ 線間과 非接地側線 및 大地間의 絶緣抵抗이 規程値를 維持하고 있는가?(劣化, 漏電의 檢知)

(iii) 코오드, 電灯線, 移動電線等에 대한 安全管理項目

① 白勢電燈의 電燈線에 비닐코오드를 使用하지는 아니하였나?(短絡, 感電의 우려)

② 코오드의 被覆이 損傷되어 있거나 中途接續되어 있는 곳은 없는가?(短絡, 接觸, 不良에 의한 過勢)

③ 코오드의 굵기가 0.75[mm²]未滿의 것을使用하지는 아니하였나?(短絡의 경우 15A 퓨우즈가 鎔斷되는 代身 電線被覆이 燃燒할 우려)

④ 濕氣가 있는 곳의 코오드는 防濕 2個꼬인 코오드로 되어 있지 않은 것은 없는가?(絶緣不良의 우려)

⑤ 放電燈 工事에서 安定器를 可燃性物質에 직접 設置하지 아니하였나?(過熱의 우려)

⑥ 라이스, 金屬板等의 造營材에 器具 安定器外函等의 金屬部分이 電氣的으로 接續되여 있지

는 아니한가?(漏電의 우려)

⑦ 100[V]以上의 放電燈 工事에 있어서, 네온電線 以外의 電線을 使用하지는 아니하였나?(感電, 地絡의 우려)

(iv) 電氣機械器具等에 대한 安全管理項目

① 電球가 可燃物에 近接 또는 接觸할 우려는 없는가?(熱的經過에 의한 發火)

② 電球가 破損할 경우, 부근의 可燃性가스에 着火될 우려는 없는가?(爆發事故)

③ 電氣스탠드에 使用되는 것이 電球와 너무 近接하여 蓄熱될 우려는 없는가?(過熱着火)

④ 電燈照明에 의하여 부근의 可燃物에 照明焦點을 形成할 우려는 없는가?(局部的 過熱)

⑤ 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)

⑥ 電熱器가 設置된 마루, 벽 등이 눌을 우려는 없는가? 그리고 부근의 카아텐 기타 可燃性物質이 接近 또는 接觸할 우려는 없는가?(過熱延燒)

⑦ 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?(感電, 過熱漏電의 우려)

⑧ 電熱器에는 電熱器 코오드가 사용되고 있는가?(過熱, 短絡의 우려)

⑨ 벨리비, 라디오 등의 안테나 또는 안테나線이 架空電線, 引入配線 등에 접근 또는 접촉되어 있지 아니한다?(混觸에 의한 火災 發生 우려)

⑩ 벨리비, 라디오 등의 內部에 먼지가 쌓여 있지는 아니한가?(沿面放電의 發生 및 放熱作用 放害 우려)

⑪ 振動이 甚하거나 濕氣가 많은 장소에 벨리비, 라디오 등을 設置하지는 아니하였나?(接續部分의 解弛, 吸濕放電 우려)

⑫ 蓄電池에 連結된 電線에 고무電線, 캡타이어 케이블 등을 使用하고 있지는 아니한가?(酸에 의한 腐蝕에 基因한 火災 우려)

⑬ 電氣機器의 絶緣狀態는 良好한가?(短絡, 感電, 漏電의 防止)

⑭ 電線機器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)

3. 火災 및 漏電에 대한 警報體制의 積極的 活用

火災豫防의 한方法으로 自動 火災警報設置와 漏電警報器가 多大한 實效를 걷우고 있다.

自動火災警報器는 主로 屋內에서의 火災發生을 自動的으로 警報하게 하고, 漏電電流에 의한 火災를 豫防할 목적으로 漏電警報器(電氣火災警報器)를 使用하여, 漏電火災뿐아니라, 感電, 電力損失 등의 災害 및 損失을 早期에 發見하고 있다. 그러나 感知器의 性能不良으로 때때로 誤動作이 되는 경우가 많은 것이 우리나라 製品의實態이다.

消防法 48條와 49條에서 自動火災警報設備와 電氣火災警報器 設備基準을 定하고 있다. 끝으로 本原稿는 電氣火災의 原因 및 鑑識에 관한 研究(우형주, 정성계, 박영문 공저)를 參考하였다.

(끝)