

# 感電災害と防止対策

Electric Shocks and Preventative Measures



いちかわのりみつ  
市川紀充\*

キーワード：感電災害、事例、ヤケド、防止対策、絶縁用保護具等

## 1. はじめに

電気設備技術者(以下、技術者)は、感電災害が原因で負傷しないように注意して作業しなければならない。感電災害は、2005年1月から2007年12月までの間に61件の死亡災害が発生している。その件数のうち、約7割(42件)が建設業、約2割(12件)が製造業、残り(7件)がそれら以外の業種で発生<sup>1)</sup>している。このように多くの方々が、感電災害が原因で天寿を全うすることなく、短い人生に終止符を打っている。

交流電圧100Vの電線等の充電部に技術者が触れた瞬間、左手から両足を通して50mAの電流が1秒以上<sup>2)</sup>流れると、その技術者は心室細動を引き起こして死亡することもある。人体は、電気信号で動いているため、体内の電気信号よりも大きな電流が人体を通して流れると、本人の意志どおりに体を動かすことが困難になる。人体を通して流れる電流が増加すると、ヤケドや心室細動などの人体反応が現れるようになる。

感電災害は、電気工学の素養があれば、技術者自身の考えで防止できる。特に高電圧工学の素養があれば、次の内容を容易に理解できる。活線近接作業のとき、約330V<sup>1)</sup>以上の充電部が近くにあると、技術者がその充電部に接触していなくても、充電部に近づきただけで火花放電が原因で感電災害が発生する。また、絶縁用保護具、絶縁用防具、絶縁用防護具などに確認し難い穴(直径 $\frac{1}{1\,000\,000\,000\,000\,000}$ mの電子<sup>3)</sup>1個が通れる大きさ)が空いていると、その穴の中を通る沿面放電が原因で感電災害が起きる。

本解説では、技術者が感電災害で命を失うことがないように、感電災害と防止対策の基礎を紹介する。本解説で紹介する内容は、感電の専門家として筆者がこれまでに収集した国内外の資料等から、感電防止に役立つ内容をまとめたものである。したがって、本解説は、技術者に限らず、電気工学の素養のない方々の感電災害の防止にも役立つと思われる。

## 2. 感電災害の動向

図-1は、感電死亡災害の動向(1959~2007年)<sup>1)</sup>を表している。感電災害は、例えば電気事業法、電気設備技術基準、労働安全衛生法、労働安全衛生規則などの法令が制定・改正されて以降、全体的に見れば減少傾向にある(表-1)。その死亡災害の件数は、1959年の393件と比較して、2007年では14件までに減少した。後者は、前者の約4%になる。

図-2は、感電死亡災害の内訳を表している。この図では、2005年1月~2007年12月までの3年間(2005年：28件、2006年：19件、2007年：14件)に発生した61件の死

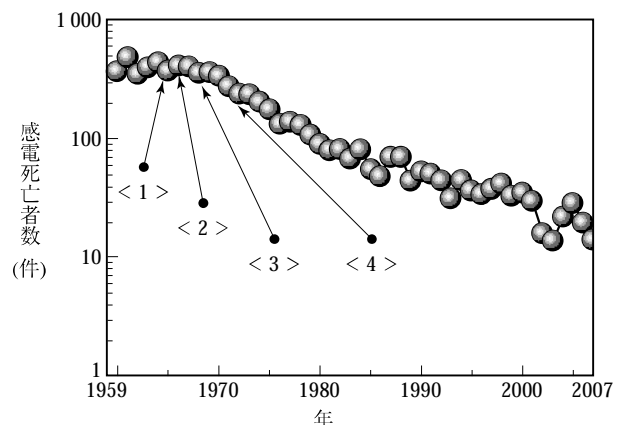


図-1 感電死亡災害の動向

\*工学院大学工学部電気システム工学科(略歴はP2)

表-1 法令等の制定

図-1 中の記号	年	法 令 等
〈1〉	1964	電気事業法・制定
〈2〉	1965	電気設備技術基準・制定
〈3〉	1968	内線規程・制定
〈4〉	1972	労働安全衛生法及び労働安全衛生規則・制定

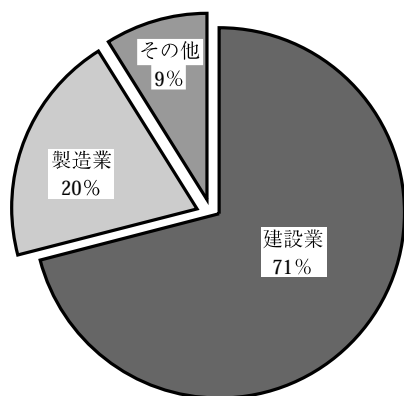


図-2 感電死亡災害の内訳 (2005~2007年)

亡災害を、建設業、製造業、それら以外の業種をその他として分類した。この図から、次のことが理解できる。感電死亡災害は、その約70% (42件) が建設業、次いで約20% (12件) が製造業で発生している。したがって、年間の感電死亡災害の約90% (54件) が建設業と製造業の2業種で発生していることになる。

### 3. 感電災害の負傷例

感電災害と人体の反応は、IEC 60479-1 で報告されるとおり次に依存する。

- ①人体を流れる電流の大きさ (通電電流)
- ②電流の流れている時間 (通電時間)
- ③電流の流れる経路 (通電経路)

一般に感電災害が発生したときの人体反応として、ケイレン性の筋収縮、呼吸困難、心停止、呼吸停止、重度のヤケドなどが発生<sup>4),5)</sup>する。感電災害が発生したときのヤケドの負傷例を、以下に紹介する。

写真-1は、110Vの電線に接触してヤケドした男子(4歳)の左手の写真を表している。この写真から、左手の親指から小指まで皮膚が爛れていることが理解できる。技術者が一般に扱う100V程度の電線を左手で握ると、同程度のヤケドを負う可能性もある。また、100Vの電線と接触したとき、左手から両足を通して50mAの電流が1秒以上流れると、心室細動を引き起こして死亡することもある。子供の皮膚の抵抗値は、汗をかいた大人の皮膚抵抗と同程度を推定される。したがって、例えば汗をかいた状態の大



写真-1 電圧110Vの電線に接触してヤケドした子供の手<sup>6)</sup>

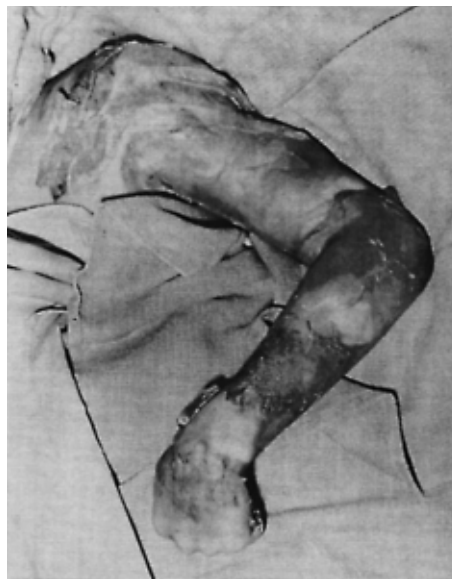


写真-2 高電圧電線に接触して負傷した子供の腕<sup>6)</sup>

人の手で110Vの電線を触ったとき、電流が流れて写真-1と同程度のヤケドを負うこともある。その男子は、皮膚の移植手術を行ったが、左手が元の状態には戻らなかった。

写真-2は、木の上から落下して高電圧電線と接触し、ヤケドした男子(9歳)の左腕の写真を表している。その男子は、左腕だけでなく胴体もヤケドした。高電圧の電線等の充電部に接近・接触したとき、人体の胴体から腕を通して電流が流れたためにヤケドしたと推測される。その男子は、大切な左腕を切断し、義腕を使うことになった。

### 4. 感電災害の事例と防止対策

感電災害の事例とその防止対策を、以下に紹介する。

#### 【事例1】 路上設置型の変圧器の取替え作業中に発生した感電災害<sup>7)</sup>

この事例(図-3)の発生した過程を、以下に説明する。

- ①技術者1は、路上設置型の変圧器及びケーブルの交換が終了し、変圧器の一次側開閉器を閉(入)にした。
- ②技術者1は、変圧器から二次側ケーブルでつながれた低圧分岐箱の電圧を測定した。

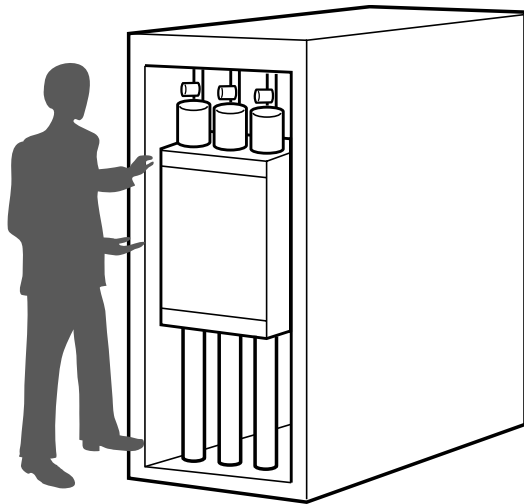


図-3 感電災害の事例1

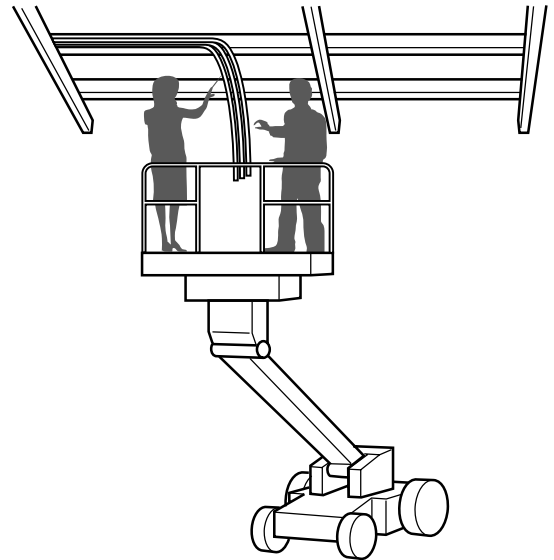


図-4 感電災害の事例2

- ③しかし、一次側コネクタと電力供給ケーブルの相が違っていたため、所定の電圧になっていなかった。
- ④そのため、技術者1は技術者2に電力供給ケーブルを外すよう作業を指示した。
- ⑤技術者2は、電力供給ケーブルを接続し直すことにした。
- ⑥技術者2は、ベルトレンチで一相目を外し、二相目を外そうとしたとき、一相目の電線と接触して感電死亡災害が発生した。

この事例が発生したとき、変圧器の一次側開閉器を開(切)にしていたが、電力供給ケーブルは活線となっていた。技術者2は、休憩時に高電圧用の絶縁用ゴム手袋を外し、ゴム手袋を外した状態で作業していた。ほかの技術者は停電作業と誤解していたため、技術者2がゴム手袋を外して作業していることを注意しなかった。また、電力供給ケーブルの接続し直す作業前に、検電をしなかった。

(防止対策1)事例1は、以下の対策を実施していれば、防止できた。

- ①接近・接触するおそれのあるケーブル及びコネクタを停電させる。
- ②絶縁用保護具を必ず着用させる。
- ③作業終了の都度、計画どおりに実施されていることを確認する。

**【事例2】 高所作業車で電気ケーブル撤去作業中に発生した感電災害<sup>7)</sup>**

この事例(図-4)の発生した過程を、以下に説明する。

- ①技術者3は、ほかの技術者とともに高所作業車の搬器に乗り、天井近くまで上昇した。
- ②高所作業車の搬器が天井近くまで上昇したとき、天井から垂れ下がっていた通電状態の低圧幹線ケーブルの切断部分が高所作業車の搬器の床面に接触した。

- ③技術者3がケーブルの撤去作業の前に安全帯のフックを搬器の枠に掛けようとした。
- ④技術者3が左手で鉄製の枠を握ったとき、感電死亡災害が発生した。

この事例が発生したとき、電気ケーブルの切断面はテーピング等による感電防止処理は行われていなかった。作業を行うとき、ケーブル撤去作業前の検電作業が省略されていた。責任者はケーブルが停電状態であると勘違いし、作業者に誤った指示をしていた。

(防止対策2)

- ①通電・停電の確実な連絡を行う。
- ②作業手順書に従って作業させる。
- ③ケーブルの切断部分に感電防止処理を施す。

事例1と事例2から理解できるように、徹底した防止対策(例えば停電作業であっても検電、絶縁用保護具等を着用など)を実施していれば、感電災害を防止できたと思われる。

**5. 絶縁用保護具、絶縁用防具、絶縁防護具、活線作業用器具など**

活線作業や活線近接作業のとき、感電するおそれがある場合は絶縁用保護具、絶縁用防具、活線作業用器具など、絶縁防護具を用いて作業しなければならない。これらの用途などを、表-2にまとめる。

表-2は、感電防止用の用具等の分類と用途<sup>8)</sup>を表している。この表から理解できるとおり、絶縁用保護具は人体が着用するもの、絶縁用防具は充電部に取り付けるもの、活線作業用器具等は技術者が近づかずに作業できるもの、またそれを使用するための作業車やその絶縁台等、絶縁用防

表-2 感電防止用の用具等の分類と用途

分類	用具名及び用途
絶縁用保護具	電気用ゴム手袋(低圧用と高圧用), 電気用保護帽, 絶縁衣及び電気用ゴム長靴など。電気設備の点検や修理のとき, 露出した充電部へ近づいたときに起きる感電災害を防止するために技術者が着用するものを指す。
絶縁用防具	絶縁シート, ゴム絶縁管, がいしカバーなど。活線作業や活線近接作業のとき, 作業環境の近くにある接触するおそれのある充電部などに装着する(覆い被す)ものを指す。
活線作業用器具等	ホットスティック(活線作業用器具), 活線作業車(活線作業用装置)やその絶縁台など。活線作業用器具は, 例えばホットスティックのように電気絶縁が施された棒状の絶縁工具で充電部に付属する部品等の交換作業を安全に行うものを指す。また, 活線作業用装置は, その作業車の上で活線作業を行うために電気絶縁が施されたもの全体を指す。
絶縁用防護具	線カバー(建築用防護管), がいしカバー, シート状カバーなど。電線類(電柱)の近くで建設足場の組立・解体作業などを行うとき, 若しくはくい打機や移動式クレーンなどを使用するときに作業中の感電を防止するために充電電路(電線)に取り付けるものを指す。絶縁用防護具は, 建設作業で用いるものであり, 絶縁用防具と間違えないようにする。

表-3 接近限界距離

充電部(充電電路)の電圧 $V_1$ (kV)	充電部と作業者間の接近限界距離 (cm)
$V_1 \leq 22$	20
$22 < V_1 \leq 33$	30
$33 < V_1 \leq 66$	50
$66 < V_1 \leq 77$	60
$77 < V_1 \leq 110$	90
$110 < V_1 \leq 154$	120
$154 < V_1 \leq 187$	140
$187 < V_1 \leq 220$	160
$220 < V_1$	200

護具は建設作業のときに充電部に取り付けるものと表現することができる。これらの使用に当たっては, 労働安全衛生規則の第341条から第349条などを参考にできる。また, これらを使用するときは6か月以内に1回のペースで実施する定期自主点検<sup>8)</sup>と使用前点検(絶縁性能の確認)を行わなければならない。定期自主点検の記録は, 少なくとも3年間保存することが必要になる。

充電部の電圧が330V(パッシェン電圧の最小値)以上になると, 技術者がその充電部に近づくだけで放電が発生し, その放電が原因で感電災害が発生することもある。労働安全衛生規則第344条に, 表-3の接近限界距離が定められている。高電圧の充電部に近づくとときは, 放電が原因で起こる感電災害を防止するために, 表-3の接近限界距離を維持することが必要になる。

## 6. おわりに

感電災害は, 電気事業法, 電気設備技術基準, 労働安全衛生法及び労働安全衛生規則などの法令が制定されて以降減少傾向にあるが, 今後も年間10件以上の死亡災害が発生すると推測される。また, 建設業と製造業で発生する感電死亡災害は, 全業種の約9割を占めている。

人体は, 100Vの充電部と接触したとき, ヤケドを負うこともある。そのヤケドにより, 体の一部を失う可能性もある。また, 左手から両足を通して50mAの交流電流が1秒以上流れると, 心室細動を引き起こして死亡することもある。

感電災害は, 高電圧工学の素養のある電気設備技術者であれば防止できる。しかし, 作業手順の間違いなどにより, 技術者であっても災害を引き起こすこともある。330V以上の充電部が近くにあるとき, 接近限界距離を守らずに充電部に近づくと, 放電が原因で感電災害が発生することもある。活線作業や活線近接作業のとき, 絶縁用保護具, 絶縁用防具, 絶縁用防護具などを用いて感電災害を防止してほしい。見えない電気の存在を忘れたとき, 感電災害は必ず起きる。

本稿では, 感電災害と防止対策を解説した。感電災害は, 命を失う可能性の高い災害<sup>4)</sup>といわれている。その災害で命を失うことのないよう, 技術者自身が感電災害の基礎を学び, 防止対策を徹底することが望まれている。本稿の内容は, 電気設備技術者に限らず, 一般の方々の感電災害の防止にも寄与できると思われる。

## 参考文献

- 1) 市川紀充:「電気設備に潜む見えない電気の危険性-感電災害の基礎と防止対策-」, 平成20年度安全衛生技術講演会, 労働安全衛生総合研究所(2008), pp.1~10
- 2) 豊田武二, 市川紀充:「特集に当たって」, 電気設備学会誌, Vol.28, No.2(2008), pp.96~97
- 3) 室岡義広:電気とはなにか, ブルーボックス, 講談社(1998), p.26
- 4) 市川紀充:「感電災害とその動向」, 電気設備学会, Vol.28, No.2(2008), pp.119~122
- 5) 市川紀充:「感電しない作業のしかた」, Jitsu・Ten 実務&展望, Vol.42, No.2(2009), pp.38~42
- 6) R. C. Lee, E. G. Gravalho, J. F. Burke, ELECTRICAL TRAUMA: the pathophysiology, manifestations and clinical management, p.157, p.162, New York(1992), Cambridge University Press
- 7) 中央労働災害防止協会安全衛生情報センター: [http://www.jaish.gr.jp/anzen\\_pg/SAI\\_FND.aspx](http://www.jaish.gr.jp/anzen_pg/SAI_FND.aspx)
- 8) 市川紀充:「感電防止用保護具及び防具など-2050年までに感電死亡災害ゼロを目指す!」, 第一種電気工事士のための電気工事技術情報, Vol.26(2008), pp.18~22