

感電災害と安全対策

産業安全研究所 本 山 建 雄

1. は じ め に

わが国の全産業における労働災害の死傷者数は昭和36年の約48万人をピークとして長期的に減少の傾向にある。平成10年は約14.8万人（休業4日以上）となっており，昭和50年（1975）の約45％に，死亡者数は約1,900人であり，約50％となっている。しかし，昭和61年以降は増減を繰り返しながら全体として横ばいの傾向にある。（図1）

感電災害も労働災害と同じように減少傾向にある。休業4日以上の感電災害による死傷者数（死亡者数）は昭和50年には702名（174名）であったものが平成10年には157名（41名）となっており，いずれも25％以下と減少している。（図2）

これは労働環境の改善，労働者の安全に対する意識の高揚，作業の機械化，法体系の整備などの労働災害防止対策が有効に働いてきたことによると考えられる。

ここでは，まず，感電の主な発生源について示し，労働災害における感電災害の特徴及び感電防止の効果のあった代表的な対策を説明する。なお，本稿に示す死傷者は休業4日以上の被害を受けた作業者をいう。

2. 感電の主な発生源

電流は電圧の高いところから低いところに流れることから，人体に対して電位差のあるもの全てが感電の発生源となる。しかし，手から足に電流

が流れたとき人体が電気を感じるのは，通常，商用周波数（50/60Hz）の交流では0.5mA以上，直流では2mA以上とされている（IEC497-1，Third edition 1994-09）。人体への悪影響，いわゆる感電の影響は，これに加えて電流の持続時間，通電箇所などの因子の影響を受ける。

感電の主な発生源は図3に示すように，①直接，露出した充電部に接触する場合(a)，②充電部に接触した金属ワイヤ，ケースなどを介して接触する場合(b)，(c)，(d)，③人体との電位差が大きいため空気の絶縁が破壊（放電）して電流が流れる

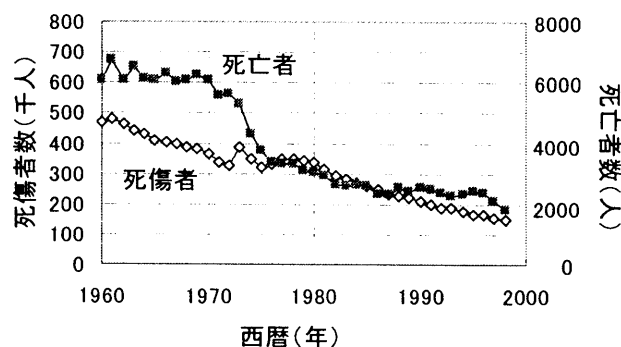


図1 労働災害の死傷者数

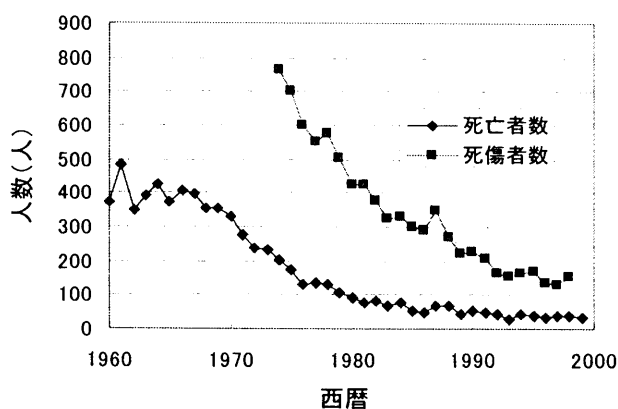


図2 感電被災者数（労働災害）

* 同所 物理工学安全研究部

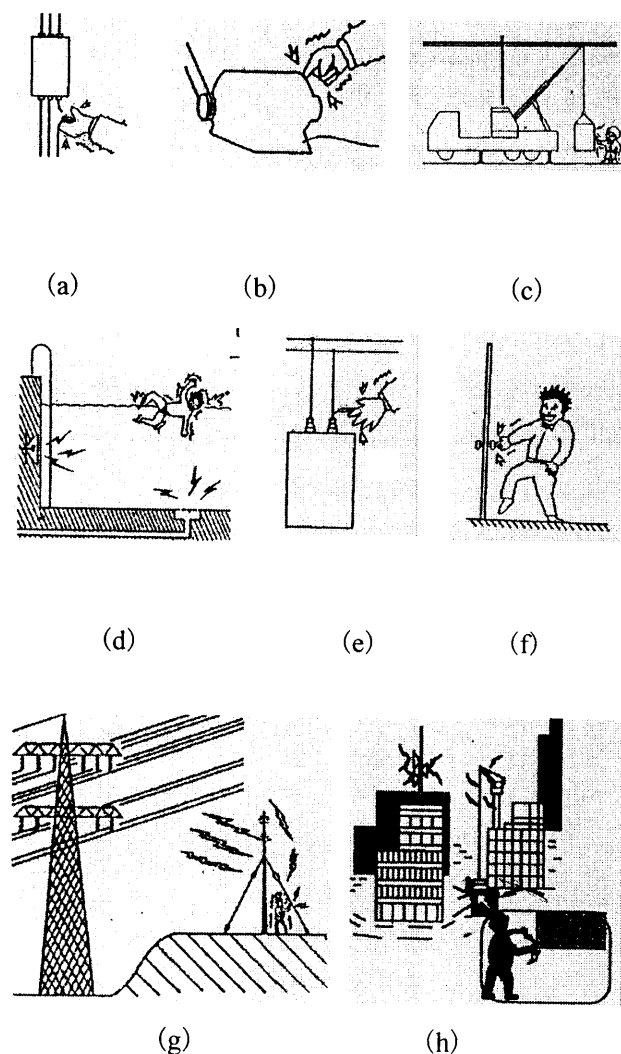


図3 主な感電発生源

場合(e), (f), ④静電誘導や電磁誘導によって電圧が発生した金属に接触する場合(g), (h)などがある。

3. 感電災害の特徴

感電災害は電気エネルギーが直接作業者に作用する代表的な災害であり、目に見えないエネルギーによる作用であることから、恐れられている。

しかし、基本的なエネルギーであり、制御技術は発展しており、墜落・転落など他の災害に較べて、安全対策が功を奏し、大きく減少した災害の一つである。以下、感電災害の主な特徴を示す。

①事故の型別で見ると、感電災害は大きく減少している。

労働省では、巻き込まれ、挟まれ、爆発など事

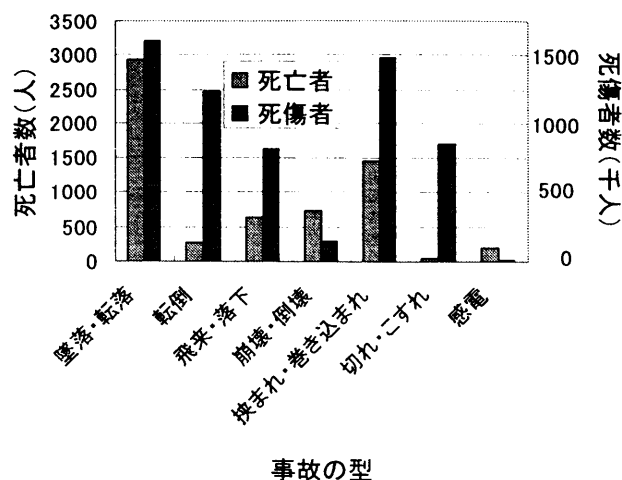


図4 事故の型別死傷者数(1994-1998/H6-10)

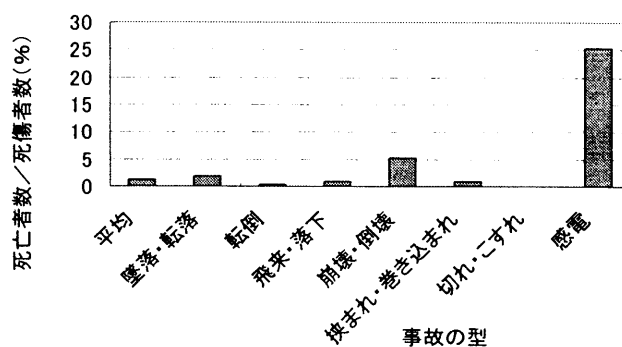


図5 感電災害の死傷者に対する死亡者の割合(事故の型別: 1994-1998/H6-10)

故の型によって、災害を21に分類している。前述(1. はじめに)したように、感電災害の減少割合は他の事故に較べて大きい。この理由として、電路の絶縁の強化、漏電遮断器のように画期的な安全装置の開発普及、企業や作業者の安全意識の高揚があげられる。

②感電は死亡率の高い型の災害である。

過去5年間(平成6~10年)の総数において、死傷者数が多かった5種類の型(第1位: 墜落・転落/第2位: 挟まれ・巻き込まれ/第3位: 転倒/第4位: 切れ・こすれ/第5位: 飛来・落下: 図4参照)と感電を比較すると(死傷者の統計が年度であるのに対して、死亡者は年であるため、厳密な意味で比較は出来ないが、あえて比較すると)、感電災害は死傷者(第19位)における死亡者数(第8位)の割合(第1位)が25%となり、平均(約1.4%)と比較して死亡する可能性の高

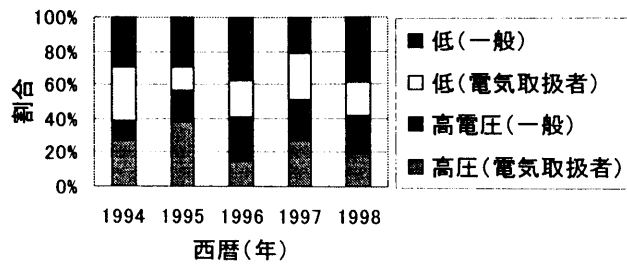


図6 感電の機会

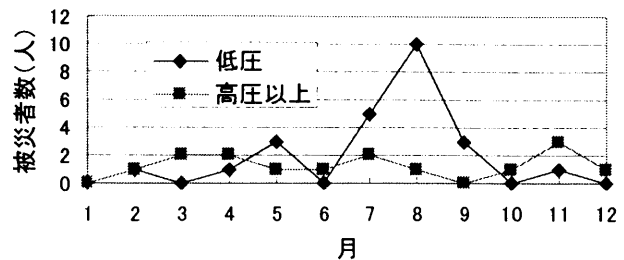


図7 感電死亡災害の月別発生状況 (1998/H10)

い災害である。(図5)

③感電危険性は全ての作業者に共通する。

感電によって死亡した作業者を、電圧別（低圧・高電圧以上）、職種別（一般の作業員・電気取扱者）に組み合わせて4つに分類し、過去5年間（1994-1998/H6-10）の変化を図6に示す。年代によって増減はあるものの、全ての作業者にほぼ同程度の感電危険性が存在することになる。

④低電圧での感電は夏期に多い。

感電の危険性は電気を使用する場所において、全ての作業者に共通するものであるが、図7に示されるように、高電圧による感電死亡者数は大きな変動がないのに低電圧の場合には7、8、9月の夏期に集中している。感電の機会が夏期だけに集中するとは考え難いことから、これは人体の発汗現象と密接な関係があると推定されている。言い換えれば、夏期以外での感電は単なるショックですむのに対して、夏期では死亡に至る割合が大きいと推測される。

4. 感電災害の防止

前述したように、感電は電流が人体を通過することによって発生する。一般に使用されている配電系統は一線が接地されており、地面に対して電位差を持つ充電部に触れると感電することになる。この場合、流れる電流の大きさによって単なるショックですむか、致命的な影響を受けるかが決まる。

感電災害防止の基本は電流を人体に流さないことにある。そして、誤って充電部に触れたときにも危害が及ぶような電流とならないように対策をとることである。このような観点から、労働安全

衛生規則に示されているように「露出充電部の排除」、「絶縁用保護具、絶縁用防具の使用」、「安全装置の使用」等の対策が想定される。

ここでは、画期的な効果のあった3つの感電防止対策（「絶縁トロリー」、「漏電遮断器」そして「交流アーク溶接機用自動電撃防止装置」）について説明するとともに、その効果を統計を用いて示す。

4.1 絶縁トロリー線

移動式クレーンのようにトロリー線と接触して電力の供給を受ける機器は充電部が露出している必要がある。このため露出したトロリー線に接触して感電する事例が、多く発生し、対策が求められていた。このような災害を防止するため、接触を必要とする部分を除いて絶縁物で覆ったのが絶縁トロリー線である。絶縁トロリー線は1974年に、労働省産業安全研究所で指針が出され、1981年には電気設備技術基準（199条（旧214条））に取り入れられている。

クレーントロリー線による感電死亡者は大きく減少し、図8に示されるように、現在、年間の被災者は数名程度になっている。

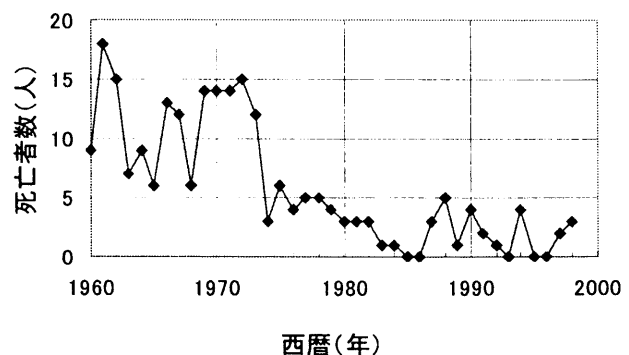


図8 クレーントロリー線による感電災害

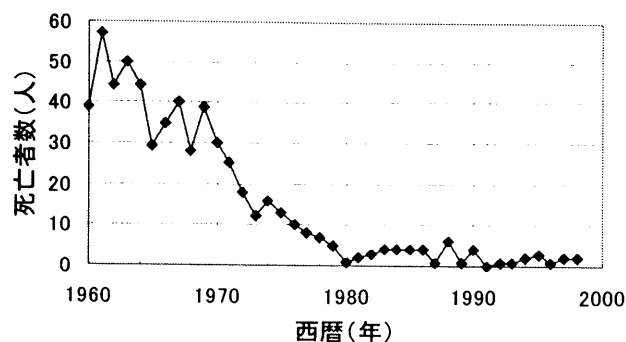


図9 移動式又は可搬式の電動機械器具による感電

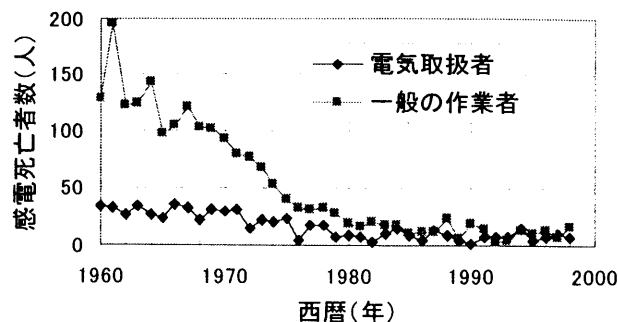


図10 低圧における感電

4.2 感電防止用漏電遮断器

漏電遮断器は、電源から出た電流は途中で漏れなければ電源に戻るという電気的特性を利用したものであり、漏電（行きと戻りの電流の差）を監視する機構と漏電が発生したときに電流を遮断する遮断機構から構成される。

漏電遮断器は1967年に日本電設工業会によって「漏電遮断器要項」が、1969年には労働安全衛生規則（333条）に取り入れられた。労働安全衛生規則では、コード、ケーブル、機器が損傷し、漏電が発生しやすい移動式または可搬式の電気機械器具を、感電が発生しやすい場所で使用する場合には、感電防止用漏電遮断器を使用することが定められている。

図9は移動式もしくは可搬式の電動機械器具による感電被災者の推移を示しており、規則に定められた時点を境に感電死亡者数が大きく減少していることがわかる。

図10は低圧による感電を「電気取扱者」と「一般の作業者」に分けてしめしてある。「電気取扱者」には大きな変化が見られないのに対して、「一般の作業者」は大きく減少しており、感電防止用漏電遮断器が感電災害全般にわたって感電防止効果があったことを示している。

4.3 交流アーク溶接機用自動電撃防止装置

アーク溶接作業では周辺に接地された導体があることが多く、感電の危険性が高い。そのため、労働安全衛生規則331、332条で絶縁形ホルダー、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置（以下、電防装置と記す。）の使用が定められている。

電防装置はアーク溶接作業をしないとき、1.5

秒以内に、溶接機の出電圧を無負荷電圧から30 V 以下に低減させる機能を持ち、溶接棒が始動感度を下回る抵抗値（溶接機の出電端子間の抵抗値）になったとき、出力電圧を無負荷電圧まで上昇させ溶接可能の状態にする装置である。

電防装置は著しく狭隘な場所での溶接を対象に、1960年に労働安全衛生規則に取り入れられ、1969年には高所作業に、その対象を広げられている。図11は交流アーク溶接機による感電被災者の推移を示しており、感電災害の減少に大きく貢献したことがわかる。

5. 安全に関連する JIS, IEC 規格

規格の国際化に対応して、電気安全に関する JIS が1997年に制定された。これは基本的には IEC 規格の翻訳であるが、安全に関する基本的な概念が示されており、参考までに対応する IEC 規格とともに示す。また、感電の許容限界に係る主な IEC 規格を参考までに示す。

【電気安全に関する JIS 等】

① C 0364-4-41 建設電気設備 第4部安全保護

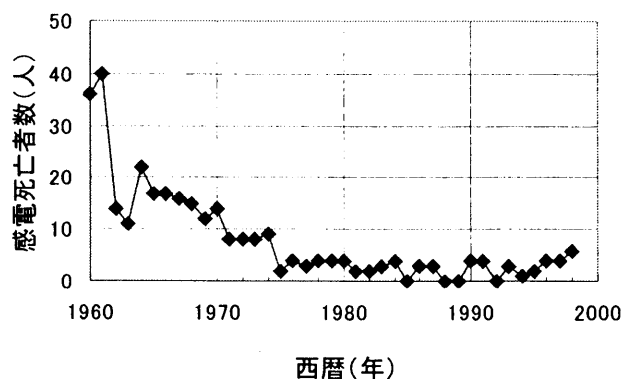


図11 交流アーク溶接機による感電

第41章：感電保護【Electrical installation of buildings Part 4: Protection for safety Chapter 41: Protection against electric shock (IEC 60364-4-41: 1992/Amd. 1: 1996に対応)】

② C 0364-5-54建設電気設備 第4部：電気機器
の選定と施行 第54章：接地設備および保護導
体【Electrical installation of buildings Part
5: Selection and erection of electrical equip-
ment Chapter 54: Earthing arrangements and
protective conductors (IEC 60364-5-54 :
1980/Amd. 1: 1982に対応)】

③ C 0366 建築設備の電圧バンド【Voltage bands for electrical installations of buildings (IEC 60449:1973/Amd. 1:1979 に対応)】

④ C 0365 感電保護一設備および機器の共通事項【Protection against electric shock-Common aspects for installation and equipment (IEC 61140: 1997に対応)】

【感電の許容限界などに関する主な IEC の規格】

① IEC 60479-1: 1994 Effects of current on human being and livestock Part 1: General aspects (TR2)

② IEC 60479-2:1987 Part 2: Special aspects
Chapter 4, 5, 6

③ IEC 60479-3: 1998 Part 3: Effects of current on human being and livestock (TS)

④ IEC 60536: 1976 Classification of electrical and electronic equipment with regard to protection against electric shock (TR)

⑤ IEC 60536-2: 1992 Part 2: Guidelines to requirements for protection against electric shock (TR2)

6. おわりに

ここでは、感電災害の特徴と効果のあった安全対策について、統計を示しながら説明した。これらの統計が示すように、感電災害は大きく減少している。これは第一線で働く皆様の努力によるところが大きい、生産技術、労働形態および労働意識の変化等が徐々に進行しつつあり、これらが感電を含めた労働災害の新しい発生要因となる可能性がある。

我が国には電気設備の管理維持に関する規格はいくつか存在したが、電気安全に係る規則等は労働安全衛生規則が唯一といっても過言ではなかった。しかし、安全に関する JIS が制定されたことにより、電気安全の考え方も国際化しつつあり、大きな転換を迎えると考えられる。

21世紀を迎えて、電気エネルギーなしでは存在し得ない社会になりつつあるが電気エネルギーを安全かつ効率的に使用することは我々の責務と考えられる。本稿が、安全対策の策定及び効果的な実施に少しでもお役に立つならば幸いである。

参考文献

- ・中央労働災害防止協会
- ・図説労働安全衛生規則〈中巻〉，建設業労働災害防止協会，博文堂（平成元年）

訂

本誌前号（第57号）に次のようなミスプリントがありましたので、お詫びして訂正致します。

①15ページ（会務報告）

第2回フェールセーフ講師養成研修記事中

誤 正

滋賀 1 (1) 1 (2)

京都 1 (1) 1 (2)

大阪 1 (1) 1 (9)

②18ページ（事務局日誌抄）

正

12月26日及び1月4日の記事中

正誤

許可 認可

許可書 認可書

③55ページ（行政情報）

コンサルタント指定登録機関に指定さる記事中

正誤

許可 認可