

労働安全衛生総合研究所安全資料

SAFETY DOCUMENT

OF

THE NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOOSH - SD - NO.25 (2009)

感電の基礎と過去30年間の死亡災害の統計



独立行政法人 労働安全衛生総合研究所

感電の基礎と過去 30 年間の死亡災害の統計

| | |
|------------------------------------------------|---------------|
| 1. まえがき | - 7 - |
| 1.1. 感電防止に関する法令等 | - 8 - |
| 1.1.1. 労働安全衛生法（安衛法）と労働安全衛生規則（安衛則） | - 9 - |
| 1.1.2. 電気設備技術基準（電技） | - 9 - |
| 1.1.3. 内線規程 | - 10 - |
| 1.2. 感電と人体 | - 11 - |
| 1.2.1. 人体を流れる電流による人体反応 | - 11 - |
| 1.2.2. 人体の電気抵抗 | - 14 - |
| 1.3. 感電防止器具等 | - 15 - |
| 1.3.1. アーク溶接作業 | - 15 - |
| 1.3.2. 低圧・高圧・特別高圧活線作業および活線近接作業 | - 18 - |
| 2. 感電災害の発生状況と過去 30 年間（1974 年～2003 年）の統計 | - 26 - |
| 2.1. 電圧別 | - 27 - |
| 2.1.1. 低圧 | - 28 - |
| 2.1.2. 高圧・特別高圧 | - 28 - |
| 2.1.3. 考察 | - 29 - |
| 2.2. 業種別 | - 29 - |
| 2.2.1. 建設業 | - 30 - |
| 2.2.2. 電気工事業 | - 31 - |
| 2.2.3. 電気業 | - 33 - |
| 2.2.4. 製造業 | - 34 - |
| 2.2.5. 考察 | - 36 - |
| 2.3. 月別 | - 36 - |
| 2.3.1. 10 年間毎の死亡者数 | - 36 - |
| 2.3.2. 考察 | - 39 - |
| 2.4. 労働安全衛生法等の制定・改正と感電死亡災害の発生件数の関係 | - 40 - |

| | |
|----------------------------------|--------|
| 3. 感電災害の事例と防止対策 | - 41 - |
| 3.1. 【災害事例1】変電所内の閉鎖盤内の遮断器で作業中に感電 | - 41 - |
| 3.2. 【災害事例2】雨天でのアーク溶接作業中に感電 | - 43 - |
| 4. まとめ | - 45 - |
| 謝辞 | - 45 - |
| 参考文献 | - 45 - |
| 付録1 (感電による死亡者数) | - 47 - |
| 付録2 (関係法令の条文) | - 48 - |
| 付録3 (代表的な業種別の定義) | - 56 - |
| 付録4 (絶縁用保護具等の規格) | - 61 - |
| 付録5 (絶縁用防護具の規格) | - 64 - |
| 付録6 (絶縁用保護具や防具等を必要とする範囲) | - 65 - |
| 索引 | - 68 - |
| 抄録 | - 69 - |

Basic Facts about Electric Shocks and Fatal Accident Statistics for the Last 30 Years

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 1. FOREWORD | - 7 - |
| 1.1. Laws and Regulations related to Electric Shock Prevention | - 8 - |
| 1.1.1. Industrial Safety and Health Act and Industrial Safety and Health Regulations | - 9 - |
| 1.1.2. Electric Installation Technical Standards, Ministerial Ordinance Prescribing Technical Standard Concerning Electrical Facilities | - 9 - |
| 1.1.3. Interior Wiring Code | - 10 - |
| 1.2. Electric Shocks and the Human Body | - 11 - |
| 1.2.1. Reaction of the Human Body to Electric Current Flowing Through It | - 11 - |
| 1.2.2. Electrical Resistance of the Human Body | - 14 - |
| 1.3. Electric Shock Prevention Apparatus | - 15 - |
| 1.3.1. Arc Welding Work | - 15 - |
| 1.3.2. Work on Low-Voltage, High-Voltage, and Extra-High-Voltage Live Wires, and Work in Proximity to Live Wires | - 18 - |
| 2. OCCURRENCE OF ELECTRIC SHOCK ACCIDENTS AND STATISTICS FOR THE LAST 30 YEARS (1974–2003) | - 26 - |
| 2.1. By Voltage | - 27 - |
| 2.1.1. Low Voltage | - 28 - |
| 2.1.2. High Voltage and Extra High Voltage | - 28 - |
| 2.1.3. Discussion | - 29 - |
| 2.2. By Industry | - 29 - |
| 2.2.1. Construction Industry | - 30 - |
| 2.2.2. Electrical Construction Industry | - 31 - |
| 2.2.3. Electrical Industry | - 33 - |
| 2.2.4. Manufacturing Industry | - 34 - |
| 2.2.5. Discussion | - 36 - |

| | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| 2.3. | By Month | - 36 - |
| 2.3.1. | Number of Fatalities over Ten-Year Periods | - 36 - |
| 2.3.2. | Discussion | - 39 - |
| 2.4. | Relationship between the Establishment and Amendment of the Industrial Safety and Health Act and Reduction in the Number of Electric Shock Fatal Accidents | - 40 - |
| 3. | EXAMPLES OF ELECTRIC SHOCK ACCIDENTS AND PREVENTATIVE MEASURES | - 41 - |
| 3.1. | [Accident Example 1] Electric Shock While Working on a Circuit Breaker in an Enclosed Board in an Electrical Substation | - 41 - |
| 3.2. | [Accident Example 2] Electric Shock while Performing Arc Welding Work on a Rainy Day | - 43 - |
| 4. | SUMMARY | - 45 - |
| | ACKNOWLEDGEMENTS | - 45 - |
| | REFERENCES | - 45 - |
| | APPENDIX 1 (NUMBER OF FATALITIES CAUSED BY ELECTRIC SHOCKS) | - 47 - |
| | APPENDIX 2 (TEXTS OF RELATED LAWS AND REGULATIONS) | - 48 - |
| | APPENDIX 3 (DEFINITIONS FOR EACH REPRESENTATIVE INDUSTRY TYPE) | - 56 - |
| | APPENDIX 4 (STANDARDS FOR PERSONAL INSULATING PROTECTIVE DEVICES) | - 61 - |
| | APPENDIX 5 (STANDARDS FOR INSULATING DEVICES) | - 64 - |
| | APPENDIX 6 (SCOPE OF THE NEED FOR PERSONAL INSULATING PROTECTIVE DEVICES AND INSULATING DEVICES) | - 65 - |
| | INDEX | - 68 - |

ABSTRACT

- 69 -

感電の基礎と過去 30 年間の死亡災害の統計

市川 紀充, 富田 一

Basic Facts about Electric Shocks and Fatal Accident Statistics for the Last 30 Years

Norimitsu ICHIKAWA, Hajime TOMITA

ABSTRACT

Electrical energy is a clean source of energy; however, electricity must be handled with care as there is a risk of accidents being caused by electric shocks. These mishaps mainly occur because workers may accidentally touch live wires or cables.

Many of the important processes in the human body are regulated via the transmission of electrical signals; hence, when an electric current that is stronger than these signals flows through the body, the person becomes numb. This numbness normally occurs when an electric current of approximately 1 mA or more flows through the human body. For example, if an alternating current of 50 mA (or direct current of 150 mA) flows from the left hand of an individual to both his/her feet for more than 1 second, ventricular fibrillation and death result.

With the establishment of the Industrial Safety and Health Act and the enforcement of the Industrial Safety and Health Regulations, there has been a decline in the number of fatal accidents caused by electric shocks. However, since such fatal accidents are bound to occur time and again, it is necessary to take preventative measures so as to prevent the loss of human life.

Herein, we use expressions that can be easily understood by the general public. The contents of this document, once fully understood, are expected to be useful in reducing the possibility of fatal accidents caused by electric shocks. Awareness of the advantages and disadvantages of electricity will help minimize the number of fatal accidents caused by electric shocks.

1. まえがき

電気は、電気自動車、携帯電話やインターネットで使う情報通信設備、テレビ、照明設備、空調設備、洗濯機、電子レンジ、セキュリティー設備等、安全で安心できる快適な暮らしに欠かせない電気設備・機器を動かす命の源であり、体内を循環する血液と同じ役割を担っている。大型発電機等により生まれる電気設備・機器の血液ともいえる電気は、電力会社や電気工事会社、建設会社等が電気設備・機器の新設工事や維持管理を行っているため、日本国内では停電することがほとんどなく、ごく当たり前のようを使うことができる。また電気は、導体内を伝導している限り通常目に見えないので、その存在に気付かないことも多い。このように日常生活において、落雷でも起こらない限り電気（放電）を直接見ることはない。電気の存在に気が付かず作業すると、時として感電することもある。

感電は、人体が数ボルト（V）以上の電圧に帯電した箇所（充電部^{*1}）に接近・接触し、約1ミリアンペア（mA）以上の電流が体内を流れることで生じる^{[1]-[3]}。この現象は、人体が神経回路上で電気信号の伝達を行っているために起きる。通常、約1mAの電流が体内を流れると、しびれを感じる。例えば、大きな乾電池の両端を左手と片足ではさんだときに150mA程度の直流電流が1秒以上流れ続けると仮定すると、心室細動^{*2}が引き起こされ人命が失われる可能性がある（図1）。感電による人体の反応（症状）は、体内を流れる電流の大きさ（通電電流）と、その電流が継続して流れる時間（通電時間）の関係により異なることが知られている。この関係は、国際電気標準会議（IEC）^{*3}の技術報告書（IEC60479-1^[4]）に示されている。

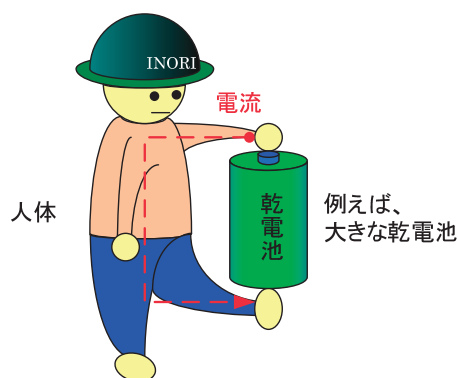


図1 感電の原理

感電に起因する死亡災害は、労働安全衛生法^{*4}が1972年に制定され、さらに労働安全衛生規則による漏電遮断器の設置の一部義務化や電気関連作業の安全化等が定められて以降、長期的には年々減少する傾向にある。感電災害で死亡する作業員数は全労働災害のうち2%と他の災害と比較して少ないが、それでも毎年約10~20名が死亡している。感電災害は休業4日以上死傷者数（以下、単に死傷者数という。）に対する死亡者数の割合は約13%^[2]であり、これは全労働災害の中でトップ3に入ることもある。このように感電災害は、労働災害の中でも最も致死率の高い災害の一つであるため、防止対策をしっかりと講じなければ

ばならない。

一般に感電災害に関する次の内容を知る機会は少ない。(1)どのような作業中に感電災害が起こりやすいのか。(2)感電災害の起こりやすい特定の場所があるのか。(3)何月頃に起こることが多いのか。(4)その件数は過去と比較してどのくらい減っているのか。(5)今後の傾向は増えるのかなど。これは、感電に関連する書籍等が一般にそれほど多くないことにも起因すると考えられる。本資料では、感電に関する基礎的な資料として、感電災害の防止に役立つ基礎をまとめた。

感電災害は、作業者が法令や作業手順を遵守することにより、防止できる。作業者は、過酷な環境下で長時間にわたって働くことがある。このような作業は、集中力を低下させるだけでなく、作業効率も格段に落ちる。特に気がゆるみ「これまで事故(災害)が起きていないし、このくらいなら“作業手順を省いて”もいいだろう。」と思うことがある。このように思うときが一番“あ・ぶ・な・い”。基本的な作業方法を守ることは、安全に作業を行う上でとても大切になる。電気の利点だけでなく災害につながる欠点にも着目し、今後の感電による死亡災害をゼロに近づけるためにご活用頂きたい。

ここで紹介する内容は、主に電気を専門としない方々を対象にしているため、電源を例えば乾電池(1.5Vの乾電池では感電しない)に置き換えて表現し、極力わかりやすく工夫した。

*1: 充電部とは、通常の使用において、電力(電圧×電流)が送られる導体あるいは導体部分を意味している。例えば電気が送られている電線の接続部や露出した箇所、蓄電器(コンデンサ)等に電気が充電されている箇所、電圧の印加されている箇所等を指す。乾電池の両端の凹凸の部分も充電部といえる(乾電池の凹凸に触れても、体内をマイクロアンペア(μA)程度の電流しか流れないため、しびれない。)

*2: 心室細動とは、人体の生体内を流れている電気信号が乱され、心臓の動きが不安定になり生命活動の維持が困難になる症状をさす。広辞苑によると、心室が整合的な収縮を行わず、その各部の筋肉が無秩序に収縮する状態。その頻度が毎分300~600に及び、数分継続すると死に至る。心筋梗塞、冠不全(心臓に十分な酸素が供給されない状態)、諸種の薬物中毒等にもなる症状を指す。

*3: 国際電気標準会議(IEC)とは、International Electrotechnical Commissionのことを指し、電気に関する国際規格を決めている団体のことをいう。IECの規格及び技術報告書並びにこれらの日本語訳のコピー等は日本規格協会から購入することができる。

*4: 労働安全衛生法とは、働いている人の安全と健康を守るために必要な内容を定めた法律。

1.1. 感電防止に関する法令等

感電防止に関する法令・省令等を1)労働者の安全、健康の確保に関するものと、2)安全な電気の使用に関するものに分けると、以下のようにまとめることができる。

- 1)労働者の安全、健康の確保に関する法令等・・・労働安全衛生法、労働安全衛生法施行令、労働安全衛生規則⁵⁾。
- 2)安全な電気の使用に関する法令等・・・電気事業法、電気工事士法、電気工事業法、電気用品安全法、家庭用品品質表示法、工業標準化法、計量法等。

これらの法令等にはその条文を実施するための施行令や施行規則が定められている。施行令や施行規則を遵守することは、感電を予防する上で最低限必要なことである。感電防

止に関する具体的な内容を定めた代表的な法令等を、以下に紹介する。

1.1.1. 労働安全衛生法と労働安全衛生規則

労働安全衛生法（この章で以下、「安衛法」という。）は、職場における労働者の安全と健康を確保し、快適な職場環境の形成を促進することを目的として1972年（昭和47年）に制定された。安衛法は、1947年（昭和22年）に制定された労働基準法第5章（安全及び衛生）、労働災害防止団体等に関する法律第2章（労働災害防止計画）および第4章（特別規則）を合わせたものを基礎としている。

安衛法に基づく規則の一つとして労働安全衛生規則（この章で以下「安衛則」という。）がある。電気設備等の工事を行う上で関連する部分は、第1編通則では安全衛生管理体制、機械および有害物に関する規制、安全衛生教育、就業制限、健康管理、免許、計画の届出、事故報告、第2編では電気による危険の防止、第3編では衛生基準での換気、採光、照明、温度、湿度等の作業環境等である。

感電災害の防止を目的とした条文は、主に安衛則の『第2編安全基準第5章電気による感電の防止（第329条～第354条、付録参照）』に明記されている。その他、交流アーク用自動電撃防止装置、絶縁用防護具、絶縁用保護具については構造の性能等の技術基準が構造規格として定められている。

安衛法と安衛則の関係を、図2に表す。この図から、安衛則は安衛法の条文を具体的に実施するためのものであることが理解できる。

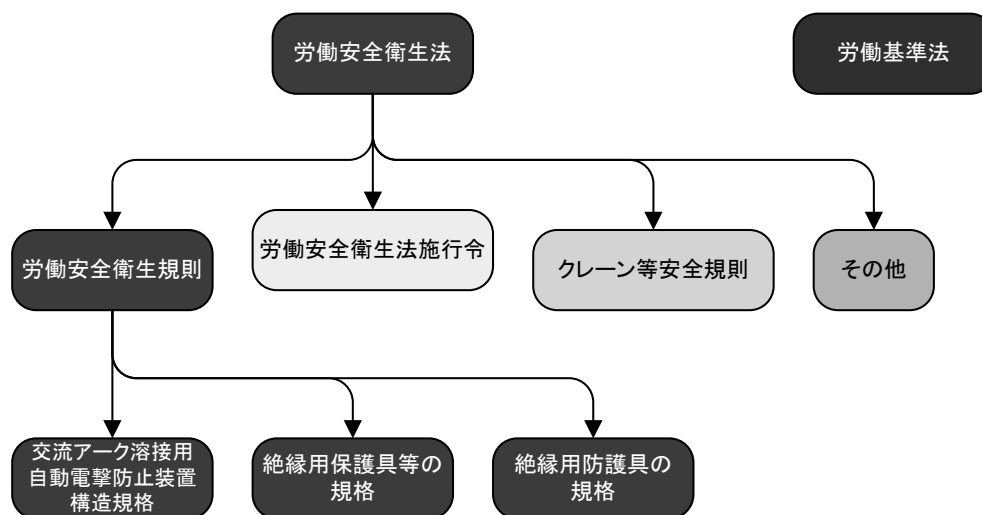


図2 労働安全衛生法と労働安全衛生規則の位置付け

1.1.2. 電気設備技術基準

「電気設備に関する技術基準を定める省令」（通称「電気設備技術基準」、この章で以下「電技」という。）⁶⁾は、1911年（明治44年）の「電気工事規程」、1919年（大正8年）の「電気工作物規程」の省令に代わるものとして、電気工作物のうち電気設備に関する技術基準について規定し、1965年（昭和40年）に制定された。1997年（平成9年）には、

規制緩和および国際化への対応から、性能規定化、簡素化された内容に改正され、具体的な内容について規定した「電気設備技術基準の解釈」（以下、「解釈」という。）が制定された。解釈は、電気設備の審査基準でもある。

電技は、電気保安の確保を目的としている。規定される内容は、電気事業法で定められており、「事業用電気工作物は、人体に危害を及ぼし、又は物件に損傷を与えないようにすること」、「事業用電気工作物は、他の電氣的設備その他の物件の機能に電氣的又は磁氣的な障害を与えないようにすること」等となっている。

電気事業法において、すべての電気工作物は、技術基準に適合するように維持されなければならないと定めている。電気工作物の一部である電気設備もこの項目に該当し、該当する技術基準は電技となる。その他の技術基準として、「発電用火力設備に関する技術基準を定める省令」等がある。

電気事業法と電技の関係を、図3に表す。この図から、内線規程等の民間規程は、電技、解釈の下位に位置し、これらを補完するものである。

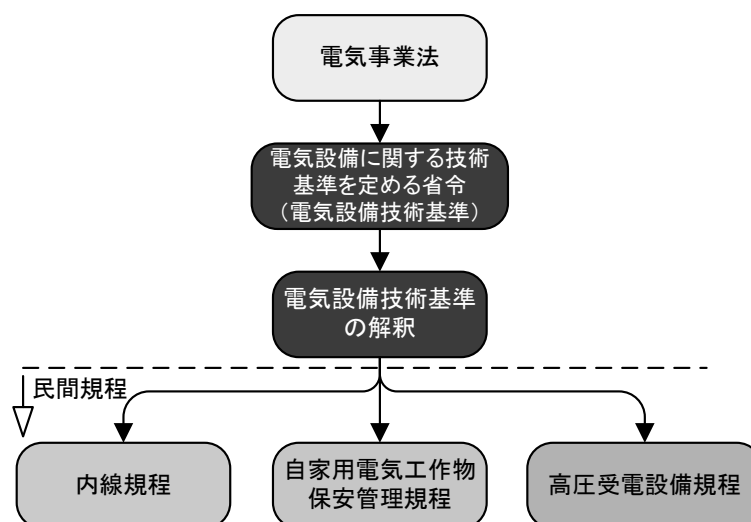


図3 電気設備技術基準等の位置付け

1.1.3. 内線規程

内線規程は、需要場所における電気工作物の設計、施工、維持、管理に関する代表的な民間規格であり、電力会社から低圧で電気の供給を受ける需用者の電気設備等で広く使用されている。この規程は、1968年（昭和43年）に社団法人日本電気協会に設置された電気技術基準調査委員会の内線規程専門委員会により制定⁷⁾され、その後、電技とそれに伴う関係法令等の改正、電気技術の進歩、社会のニーズの変化に併せて改正されてきた。

内線規程は、電技やその解釈、さらに安衛法等に定められた内容を網羅するにとどまらず、抽象的に表現されている条文等についてもその内容を具体的に明記している。さらに需要家の電気使用上の利便も考慮したうえで、推奨すべき内容も定めている。この規定は3編より構成されており、第1編で「総則」、第2編で「構内電線路の施設」、第3編で「電気使用場所等の施設」を定めている。第1編3章の保安原則では、感電防止に関する内容

として、1325 節「充電部分の露出制限」、1345 節「電路の絶縁」、1350 節「接地」、1375 節「漏電遮断器など」を定めている。

低圧の感電災害の防止に寄与している漏電遮断器については、その取付け方法、選定方法、施設場所、施設方法、停電警報装置について定めている。中でも感電防止を目的とするものは高感度高速形（定格感度電流 30 mA、動作時間が定格感度電流で 0.1 秒以内のもの）と定めている。

1.2. 感電と人体

感電災害は、作業者の身体の一部が充電部と接触し、体内を流れて電流が流れることで発生する。一般的に、体内を流れる電流が数十 mA 以上でかつその電流が流れている時間（通電時間）が長くなると、心室細動を起こして死亡災害が発生する可能性がある。このように感電による人体の反応は、体内を流れる電流の大きさと通電時間に依存する。

1.2.1. 人体を流れる電流による人体反応

体内を電流が流れると、電流の大きさによって手足のしびれを感じたり、心室細動が発生して死に至る。電流が体内を流れたときの人体の反応が IEC の技術報告書に示されている。

感電は、約 1 mA 以上の電流が体内を流れることで引き起こされる。人体がしびれを感じる始める電流を『(1)感知電流』、電流の増加にともなって筋肉のけいれんが発生するが自力で接触部から離れることができる電流を『(2)可随電流または離脱電流』、さらに電流が増加することで心臓が正常に働かなくなる電流を『(3)心室細動電流』と呼ばれている^[8]。(1)から(3)の電流について、以下に説明する。

- (1) 感知電流・・・通電によるしびれを感じ始める電流。約 1 mA の電流が流れると、この感覚が引き起こされる。
- (2) 可随電流または離脱電流・・・けいれんが引き起こされるが、自分の意志で充電部から離れることができる電流。約 10 mA の電流であれば、自力で充電部から離れることができる。
- (3) 心室細動電流・・・心室細動が引き起こされ、死亡する可能性がある電流。図 4、図 5 の AC-4-1 あるいは DC-4-1 (c₁ の線より右側) 以上の電流が流れると、この症状が引き起こされる。

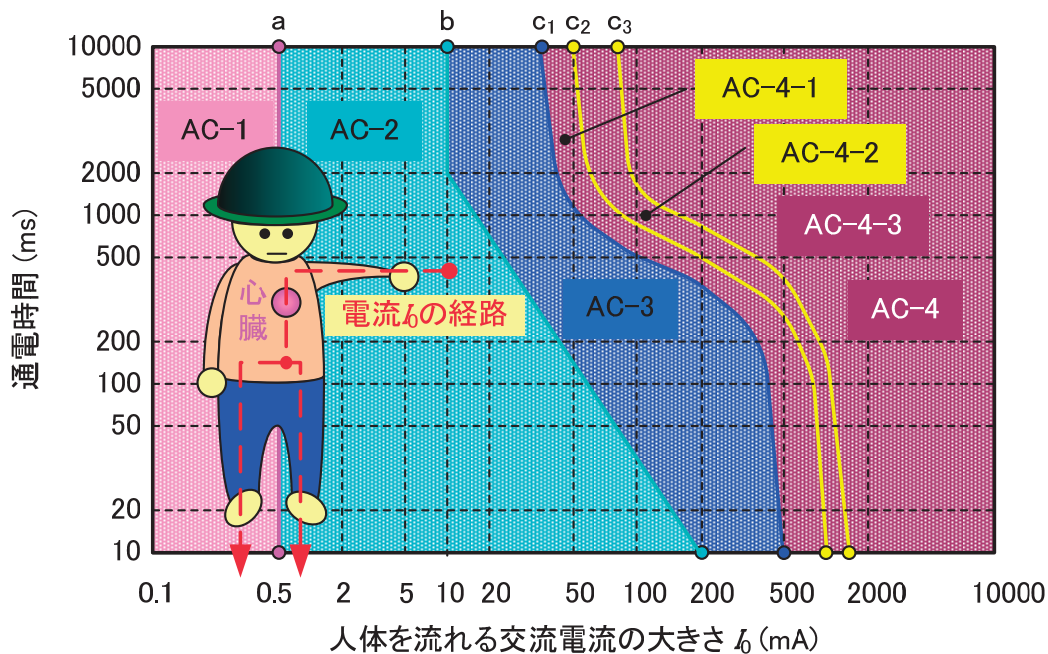


図 4 交流電流（周波数：15 Hz～100 Hz）に対する人体の反応（IEC60479-1 を参考に作成）. AC-1：通常無反応，AC-2：通常有害な生理的影響はない，AC-3：電流が 2 秒以上継続して流れるとけいれん性の筋収縮や呼吸困難の可能性はある，AC-4：心停止，呼吸停止または重度のやけどといった病理生理学上の危険な症状が引き起こされることがある（AC-4-1：心室細動の確率は約 5%以下，AC-4-2：約 50%以下，AC-4-3：約 50%以上）.

図 4 は，交流電流（周波数：15 Hz から 100 Hz まで）が体内を流れたときの人体の反応を表している．この図は，左手から両足を通して電流が流れたときの反応を表している．図中の縦軸は通電時間 (ms)，横軸は電流の大きさ (mA) を表している．図中の記号の AC-1（a の線まで）は通常無反応の領域，AC-2（a の線から b の線まで）は通常有害な生理的影響はない領域，AC-3（b の線から c₁ の線まで）は電流が 2 秒以上継続して流れるとけいれん性の筋収縮や呼吸困難の可能性のある領域，AC-4（c₁ の線より右側）は心停止，呼吸停止または重度のやけどといった病理生理学上の危険な影響が引き起こされることがある領域，AC-4 中の AC-4-1（c₁ の線から c₂ の線まで）は心室細動の起こる確率は約 5%以下，AC-4-2（c₂ の線から c₃ の線まで）はその確率が約 50%以下，AC-4-3（c₃ の線以上）はその確率が 50%以上の領域をそれぞれ表している．この図から，次のことが理解できる．体内を流れる電流が 40 mA を超えると，心室細動が起こりやすくなる．心室細動の起こる確率は，電流の大きさだけでなく体内を継続して電流が流れる時間にも依存する．

電流が流れる経路が左手から両足へ以外のときは，図 4 の横軸の電流値を表 1 の係数（心臓電流係数）で割った値を用いる．心臓から電流経路が外れるほど，係数は低くなる．

表 1 異なる電流路（電流が流れる経路）と心臓電流係数^[4]

| 電流路 | 心臓電流係数 |
|----------------------|--------|
| 左手から左足もしくは右足へ、または両足へ | 1.0 |
| 両手から両足へ | 1.0 |
| 左手から右手へ | 0.4 |
| 右手から左足もしくは右足へ、または両足へ | 0.8 |
| 背中から右手へ | 0.3 |
| 背中から左手へ | 0.7 |
| 胸から右手へ | 1.3 |
| 胸から左手へ | 1.5 |
| 尻から左手もしくは右手へ、または両手へ | 0.7 |

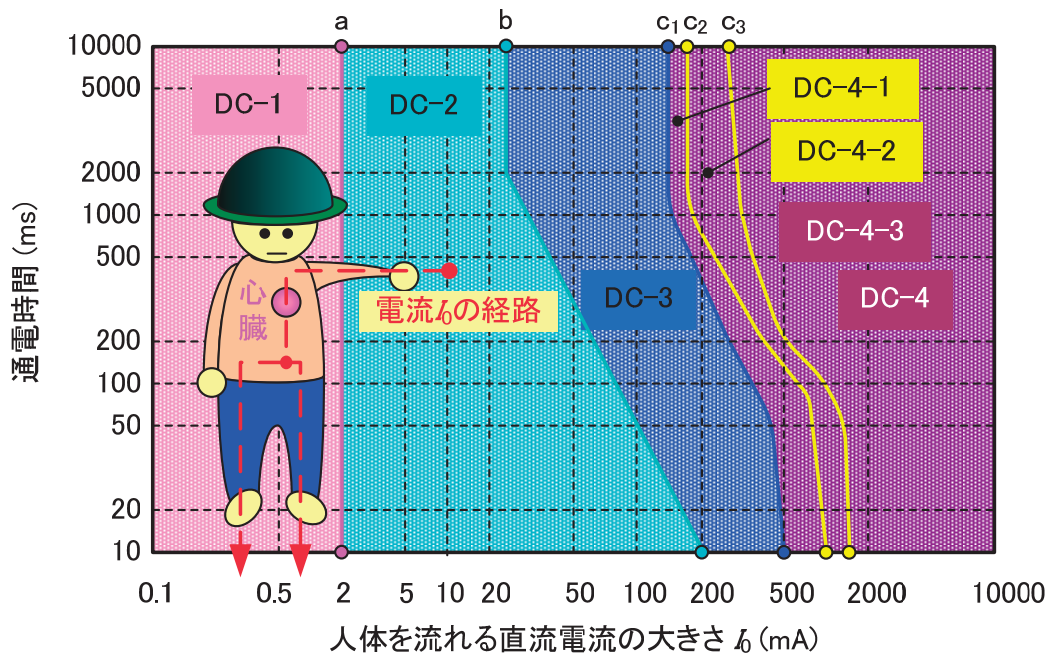


図 5 直流電流に対する人体の反応 (IEC60479-1 を参考に作成). DC-1: 通常無反応, わずかに刺すような痛み, DC-2: 通常有害な生理的影響はない, DC-3: 心臓に回復可能な障害と伝達障害が起きる可能性がある, DC-4: 危険な病理生理学上の症状, 例えば重度のやけど等が想定される (DC-4-1: 心室細動の確率は約 5%以下, DC-4-2: 約 50%以下, DC-4-3: 約 50%以上).

図 5 は, 直流電流が体内を流れたときの人体の反応を表している. この図は, 図 4 と同様に左手から両足を通して電流が流れたときの反応を表している. 図中の縦軸は通电時間 (ms), 横軸は電流の大きさ (mA) を表している. 図中の記号の DC-1 (a の線まで) は通常無反応, またスイッチをオン・オフと切り替えるときにわずかに刺すような痛みがある領域, DC-2 (a の線から b の線まで) は通常有害な生理的影響はない領域, DC-3 (b の線

から c_1 の線まで) は通常器質性の損傷は想定されていないが心臓に回復可能な障害と伝達障害が起きる可能性がある領域, DC-4 (c_1 の線より右側) は危険な病理生理学上の影響, 例えば重度のやけどが DC-3 の反応に重なる領域, DC-4 中の DC-4-1 (c_1 の線から c_2 の線まで) は心室細動の起こる確率は約 5%以下, DC-4-2 (c_2 の線から c_3 の線まで) はその確率が約 50%以下, DC-4-3 (c_3 の線より右側) はその確率が 50%以上の領域をそれぞれ表している. この図から, 次のことが理解できる. 体内を流れる電流が 150 mA を超えると, 交流電流の場合と同様に心室細動が起こりやすくなる. 心室細動の起こる確率は, 電流の大きさだけでなく体内を継続して電流が流れる時間にも依存する.

図 4 と図 5 を比較すると, 次の違いがある. 直流電流 (DC-4) よりも交流電流 (AC-4) の方が小さい電流で心室細動が起こる. 後者の電流の大きさは, 前者の約 20%となる. このように人体は, 直流電流よりも交流電流の方が心室細動を起こしやすい.

1.2.2. 人体の電気抵抗

人体の電気抵抗^[4]は, 皮膚の乾燥状態や充電部と接触したときの電圧 (接触電圧) の大きさにより変わる. 表 2 は, 接触電圧と代表的な人体の電気抵抗を表している. 通常的环境下では, 人体の抵抗は 100 V の充電部と接触するとき約 2 k Ω になる. この抵抗値は, 接触電圧が高くなるとともに小さくなり, 接触電圧が 10 倍大きくなると約 1/2 倍になる.

図 6 は, 人体の電気抵抗と等価回路モデルの概略を表している. 皮膚が乾燥していると, 皮膚抵抗が存在するため, 人体の電気抵抗は数 k Ω 以上になる. 一方, 発汗等により皮膚が完全に濡れてしまうと, 皮膚の電気抵抗は 0 Ω に限りなく近づく. その結果, 人体の電気抵抗は内部抵抗のみの約 500 Ω ^{[9],[10]} (通電経路によって異なる) になる. 例えば, 交流 (AC) 100 V の充電部に 500 Ω の人体が接触したと仮定すると, 体内を 200 mA の電流が流れることになる. その結果, 筋収縮等により充電部から離れることが困難となり, 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可能性がある. このように考えると, 100 V の電圧は人体にとって危険な電圧であることが理解できる.

冬場の乾燥した時期になると, 静電気が原因で衣服を着用した人体は 10 kV 程度^[11]の電圧に帯電する. 静電気が原因で発生する電圧は, 上記の例 (100 V) よりも 100 倍高い電圧である. 例えばドアノブに接触したときに人体を流れる電流は最大値が数 A であるが通電時間は数 μ s と短いので, 心室細動になることはない.

落雷は, 一般にその電圧が数 MV (数 100 万ボルト) から 100 MV (1 億ボルト), 電流の波高値 (最大値) が 150 kA (15 万アンペア) で, 継続時間が長いもので 100 μ s 程度である. 高電圧の分野では, 立ち上がり時間が 1.2 μ s, 立ち下がり時間が 50 μ s の電圧波形を一般に雷インパルス電圧^[12]と呼んでいる. 人体に落雷すると, 大やけど等が原因で死亡することがあるが, 奇跡的に助かることもある.

表 2 接触電圧と代表的な人体の電気抵抗（注：IEC60479-1 の母集団に対する 50%の値を概数で表している）

| 接触電圧 (V) | 両手間の代表的な人体の電気抵抗 (Ω) | |
|----------|------------------------------|---------|
| | 交流 (AC) | 直流 (DC) |
| 25 | 約 3,300 | 約 3,900 |
| 100 | 1,900 | 2,100 |
| 220 | 1,400 | 1,400 |
| 1,000 | 1,100 | 1,100 |

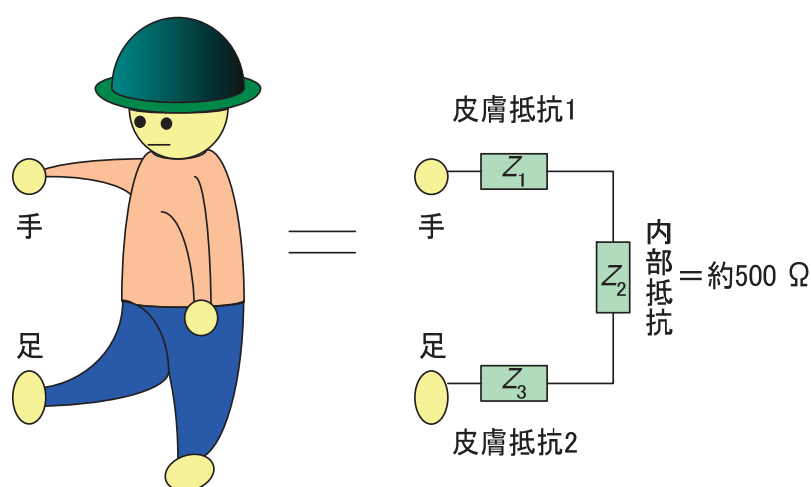


図 6 人体の電気抵抗と等価回路モデル

1.3. 感電防止器具等

感電による死亡災害（感電死亡災害）は、漏電遮断器を始めとする感電防止器具の開発・改良、労働安全衛生規則による漏電遮断器の一部設置の義務づけ等が功を奏し、その件数を 1970 年代の年間 331 件から 2000 年代の年間約 20 件にまで減少した。すなわち、30 年間で約 6%^[13]にまでなった。このように感電防止器具等は、感電による事故の防止に大きく貢献している。ここでは、代表的な感電防止器具等を以下に紹介する。

1.3.1. アーク溶接作業

アーク溶接作業中の感電により、作業者が死亡することがある。感電災害は、人体が溶接棒等のホルダーの充電部や溶接棒に触れたときに起こる。充電部との接触による死亡災害を防止するために、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置を用いることで、溶接棒やホルダーの電圧を 30 V 以下の安全電圧（交流アーク溶接機用自動電撃防止装置構造規格〔平成 12.12.25 労働省告示第 120 号〕）に設定できる。

図 7 は、アーク溶接作業の様子を表している。アーク溶接作業は、溶接する材料、溶接棒、ホルダー（安衛則第 332 条、第 352 条、溶接棒との接触による感電を防ぐ役割）、アー

ク溶接機（アーク放電が発生していないときはアーク溶接機用自動電撃防止装置を用いることで 30 V 以下の安全電圧が溶接棒に印加される．アーク放電が発生すると，溶接棒の電圧は低くなり，例えば約 100 A 以上の電流がケーブルを通過して材料に流れる）の構成で実施される．

アーク溶接で発生するアーク放電によって強い紫外線等が放射され，これが皮膚に照射されると炎症を起こす．この紫外線等は，夏場の太陽の光よりも格段に強い．そのため，紫外線を防止せずにこの作業を長時間行くと，やけど等の症状が現われる．裸眼で作業を行うと，目の炎症を起こし（電光性眼炎），視力の低下や失明になる危険性もある．また，作業中は酸化鉄からなる金属ヒューム（煙）を発生し，その煙を大量に吸った場合は，金属ヒューム熱，じん肺等の原因となる．アーク溶接作業中は，感電以外にも，このような疾病の発生防止に注意しなければならない．

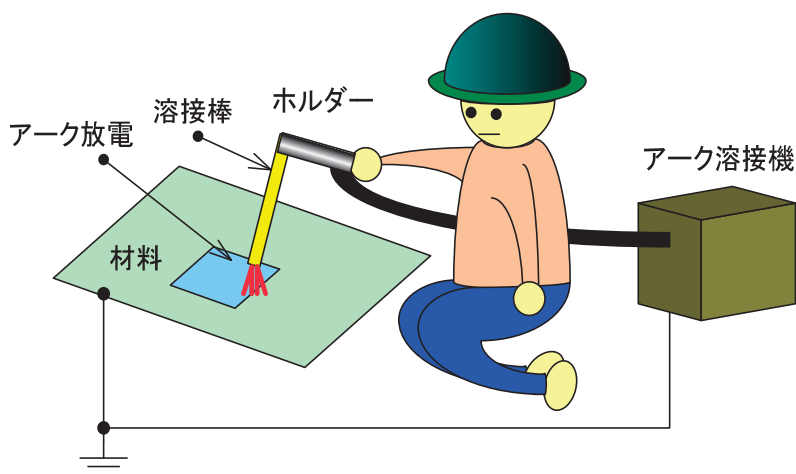


図 7 アーク溶接作業の様子

1.3.1.1. 交流アーク溶接機用自動電撃防止装置

- 1) 役割・・・自動電撃防止装置（安衛則第 332 条，第 352 条）は，アーク放電が発生させていない（無負荷）とき，溶接棒の電圧を 30 V 以下にして感電による事故を未然に防止する安全装置としての役割がある．
- 2) 原理・・・自動電撃防止装置の概略図⁸⁾を，図 8 に表す．この防止装置は，主な接点（スイッチ S_1 ）が溶接機から見て電源側（200 V 側）にある入力側制御と，接点 S_1 が溶接機と溶接棒の間にある出力側制御の方式がある．ここでは入力側制御方式を用いた自動電撃防止装置の例を用いて，その原理を次に説明する．

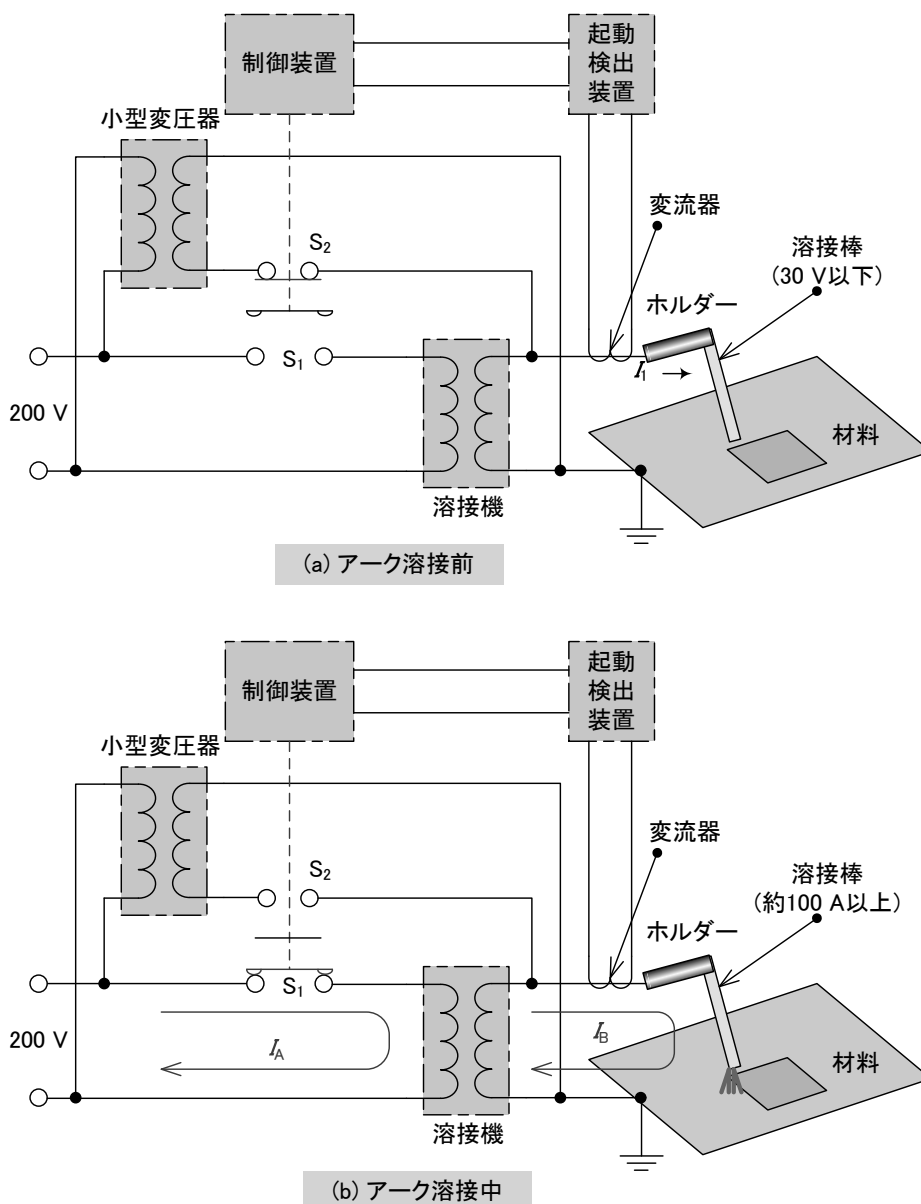


図 8 自動電撃装置の動作原理（入力側制御）

材料と接触させず、アーク放電を発生させない（無負荷）とき、溶接棒には 30 V 以下の電圧が現われる。溶接棒を被溶接物（母材）に接触させると、初期電流 I_1 が流れ、この電流を変流器^{*5}（カレントトランス）で検出する（図中(a)）。変流器で検出した信号により、接点（スイッチ） S_2 を OFF 状態にし、接点 S_1 を ON 状態（ S_1 の電線が電氣的に通電状態になる）にする。その結果、電流 I_A の発生により、溶接棒側に大電流 I_B が発生してアーク放電が発生する。アーク放電中心部の温度は、数千°C 以上になるため、金属等を容易に溶かすことができる。

人体の発汗によって濡れていたり、作業する床が濡れていたり、電流が流れやすい鉄骨等の上で作業するときは、“電防装置の感度が高い”あるいは“誤って鉄鋼等に触れ

ることによって起動する”などの理由により誤作動の恐れがあるため注意が必要になる。作業環境に応じて、安全な使用方法を熟知しておく。

*5：変流器（カレントトランス）とは、電線に流れている電流の 1/100～1/1000 の信号を他の回路（電線）に流すことができる装置をいう。通常、大電流（例えば 100 A）を計測器等で直接取り扱うことが困難なため、変流器を用いて数 mA～数 A 程度の取扱いやすい電流に変換し、制御装置等へ送る。

1.3.2. 低圧・高圧・特別高圧活線作業および活線近接作業

低圧・高圧・特別高圧活線および活線近接作業中に充電部との接近・接触による感電が原因で、作業者が死亡することがある。この種の災害は、大きく分けると例えば次の 1)～4)が原因で発生している。

- 1) 狭隘な場所で作業者が体勢を崩して近傍の充電部と接触
- 2) 停電作業中に他の作業者が誤って通電
- 3) 電気絶縁物の経年劣化等による絶縁の破壊
- 4) 電気機器の漏電

中でも、項目 1)が原因で起こる死亡災害の件数は、他の原因と比べて多い。これはキュービクル（高圧受変電設備）等のコンパクト化により狭隘な場所で作業することが多いことが原因と考えられる。

1.3.2.1. 検電器

1) 役割・・・検電器（安衛則 339 条，第 352 条）は、電線や電気機器に電気が通電・充電されているとき、光や警報音によって感電の危険性を示す役割（図 9）がある。

2) 原理・・・検電器の原理^[14]の概略図を、図 10 に表す。この図から理解できるように、検電器には交流電圧で動作するものと直流電圧で動作するものがある。交流用と直流用は使い方が異なる。その差を、次に説明する。

① **交流電圧の検電**：交流電圧（回路）を検電した場合は、図 10 の左図の回路が構成されていれば、検電器は正常に動作する。左図は、交流電圧の電源、その電源と接続された充電部、検電器（限流用高抵抗および電池駆動の検出回路を含む）、人体が検電器を持ったときに生じる人体を含めたインピーダンス（抵抗、インダクタンス、静電容量からなる）から構成される。交流用の検電器を充電部（AC）に接近させる（電線の被覆の上からでも可能）と、充電部→検電器→人体→大地を通して微弱な交流電流が流れる。交流電圧の検電の場合、検電器の接地端子に電線を繋がなくとも、静電誘導によって人体を通して電流が流れるため、その電流が検電器の仕様に適合していれば検電器は正常に動作する。ただし、充電部の電線の被覆（ゴム等）が厚い場合、また検電器の先端と充電部の接触が十分でない場合と検電器が誤動作することがある。

② **直流電圧の検電**：検電器の接地端子を電線で図 10 の右図のように接続し、直流電圧を検電した場合、検電器は正常に動作する。右図は、直流電圧の電源（コンデンサに蓄積された充電電圧も含む）、その充電部、検電器、検電器と大地（アース端子）間を接続した電線から構成される。直流電圧の場合、検電器の先端を充電

部の裸電線*6と接触させることで、充電部→検電器→電線→大地を通過して直流電流が流れる。このように直流電圧の検電の場合、検電器の接地端子と大地間を電線で接続し、検電器の先端を裸電線に接触させないと、検電器は正常に動作しないことがある。直流電圧用の検電器は、交流電圧の検電と同様の方法で電線の被覆の上から検電を試みても正常に動作しない（まれに動作することもあるが、間違った使用方法）。

検電器の使用にあたって特に注意すべき点として、次の二つを挙げる。

(1) 高電圧電力ケーブルは、ケーブル中の心線（充電部）の周囲が接地導電体で覆われているため、ケーブルの外側からは検電できない。高電圧電力ケーブルを検電する際は、ケーブルの端子に設けられた検電用の箇所から、専用の検電器を用いて行う。

(2) 静電気や近くの高電圧の導体からの静電誘導*7により人体が帯電すると、誤動作が起こることがある。例えば帯電した人体が検電作業を行ったとする。この場合、接地されて電気がないはずの電線を検電したときに、人体→検電器→接地された電線を通して電流が流れるため、検電器は誤動作することがある^[14]。

このように、検電を行う電圧の種類（交流あるいは直流）によって、使用方法が異なる。検電器毎の取り扱い説明書を良く読み、正しく使用することで、誤った検電を行わないように注意する。

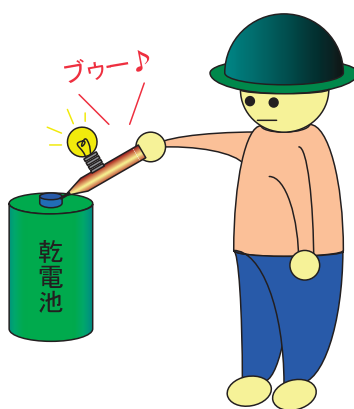


図 9 検電器を用いた電気の有無の確認作業

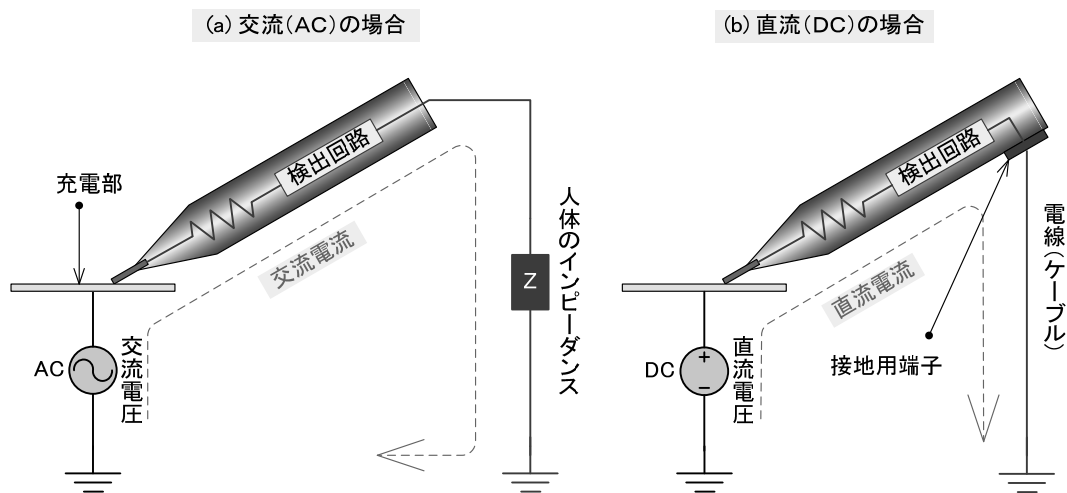


図 10 検電器の動作原理

*6：裸電線とは、電線の被覆をはがして内部の金属（導体）部分がむきだしになった状態の電線、あるいはゴムや樹脂等の絶縁物で覆われていない電線のことを指す。例えば、針金に電流を流すと裸電線となる。

*7：静電誘導とは、帯電した物体を人体や金属の作業台等の導体に接近させたとき、帯電した物体に近い側に、帯電した物体とは逆の極性の電荷が引き寄せられる現象をいう。例えば、10 kV の導体の近くに人体があると、その導体に人体が接近することにより、最大で 10 kV まで人体の電圧が上昇する。この状態で接地された電線等に触れると、「バチッ」と火花放電が発生する。このように冬場の静電気と同じ現象が起こる。例えば 275 kV 以上の特別高圧の鉄塔で作業するときは、静電誘導により人体の電圧が非常に高くなるため導電性作業服を着用する等、人体の電圧が異常に高くなるように対策をとらないと火花放電による電撃で墜落等の 2 次災害が起こることがある。このように、導体間に形成される静電容量に起因する現象であり、静電結合、または容量結合ともいう。

1.3.2.2. 漏電遮断器

1) 役割・・・漏電遮断器（安衛則第 333 条，第 352 条）は、漏電を検出して電気回路を遮断（オフ状態）する役割がある。図 11 は、設置された漏電遮断器の概念図を表している。

2) 原理・・・漏電遮断器の原理^{[2],[8]}の概略図を、図 12 に表す。ここでは、一般に使われる電子式電流動作形（表 3）の原理を紹介する。図 12 は、例えば一般家庭で使われる単相 2 線式の 100 V の交流電源、漏電遮断器、例えば洗濯機等の電気機器の構成とした。

電気機器等を動作させると、交流電源（わかりやすく説明すると、コンセント）と電気機器間の 2 本の電線に電流が流れる（図 12）。通常、漏電がなければ、往路電流 I_1 （交流電源から電気機器へ向かう方向の電流）と復路（帰路）電流 I_2 は閉じた回路（閉回路）を流れるため、電流 I_1 は電流 I_2 の大きさと等しくなる ($I_1=I_2$)。往路と復路の電流の大きさが同じであれば、各電流による磁界が打ち消し合ってゼロとなるので、漏電遮断器の検出器（制御器および増幅器）には電流（信号） I_A は誘導されない。したがって、引き出しコイルは動作しないため、電気回路を遮断（オフ）しない。

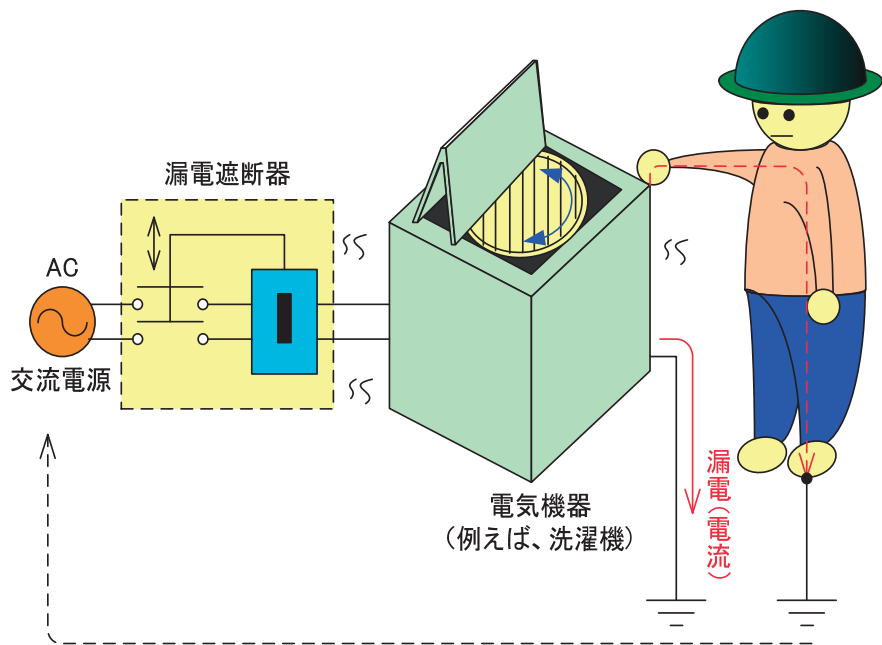


図 11 漏電遮断器の機能の概念図

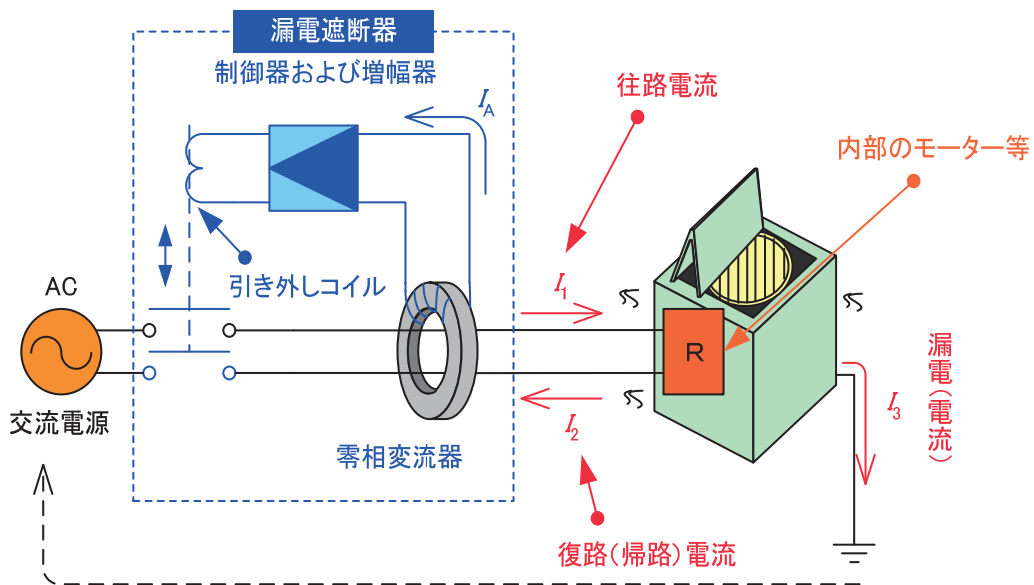


図 12 漏電遮断器(電子式電流動作形)の原理

一方、電気機器の電気絶縁が劣化し、電気機器から保護接地線あるいは人体を通過して漏電電流 I_3 が流れると（図 11 と図 12 参照）、 $I_1=I_2+I_3$ となり、 $I_1 \neq I_2$ となる。このように電流 I_1 の大きさが I_2 と異なると、 $I_1-I_2=I_3$ による磁界が 2 本の電線の周囲に発生し、零相変流器が磁界を検出して制御部および増幅器に電流（信号） I_A が生じる。その結果、引き外しコイルが作動して電気回路が遮断（開放）される。

電気機器の筐体（金属容器）には、通常接地端子があり、漏電したときに必ず大地が帰路になるように接地しなければならない。

表 3 漏電遮断器の検出方式^[15]

| 検出方法 | 動作方法 | 特徴 |
|-------|------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 電流動作形 | 電子式 | 1. 負荷側（電気機器等が設置されている側）電路及び機器の漏電保護，漏電火災保護が可能。 2. 検出電流の高感度化（約 5 mA）が可能。 3. 動作時間時延形，反限時形が可能。 4. 振動に強い。 5. 検知器（制御器および増幅器）に電源が必要。 |

1.3.2.3. 絶縁用保護具・防具・防護具等

- 1) 役割・・・絶縁用保護具，防具，防護具等^[8]（図 13）（安衛則第 341 条～第 349 条，第 351 条，第 352 条）は，いずれも充電部の近傍で作業を行うとき，充電部と人体を電氣的に絶縁して，感電を防止する役割がある。これらは，表 4 のように分類できる。すなわち，1)絶縁用保護具は人体が着用する電気絶縁の加工が施された手袋，長靴，衣服，帽子等，2)絶縁用防具は人体が容易に触れる恐れがある近くの充電部に被せる絶縁シート，ゴム絶縁管，がいしカバー等，3)活線作業用器具等は高電圧のため接近しただけで感電する恐れがある場所等で充電部に人体が近づかず作業するための遠隔作業用ツール等，4)絶縁用防護具は建設現場等でクレーン等の重機が高電圧電線類への接触を防止するための建築用防護管として線カバー（高圧電線を覆うカバー），がいしカバー，シート状カバー等がある。
- 2) 原理・・・空気は良好な電気絶縁物であるが，ゴムや樹脂系のいわゆる絶縁材料（誘電体）は空気よりも電気に対する絶縁性能が格段に優れている。例えば，1 cm の間隔に 30 kV の電位差が現われると，その間隙で放電（火花放電）が発生する。一般にこのような配置での空気中の火花放電は 30 kV/cm^[12]（間隔を 1 m 程度離れた場合，火花放電は 5 kV/cm 程度^[12]の電界で発生することもある。実際に火花放電が発生する電界は 5 kV/cm と 30 kV/cm の中間値程度になる）の電界で発生することが知られている。よって間隔を 1 mm まで近づけると，3 kV の電圧で放電することになる。その間隔に絶縁材料を挟むと，放電が発生する電圧は空気中のときに比べて高くなる。このように，絶縁用保護具・防具・防護具等に使われている絶縁材料は，電気の流れ（火花放電）を遮断することができる。絶縁シート等を充電部に被せるときは，充電部を絶縁シートの中

央に配置させることにより絶縁シートの性能を最大限発揮できるが、絶縁シートの端部付近に充電部が配置するようにすると、シートの電気絶縁性能は極端に低下することがある。したがって、使用する前に電気絶縁の基礎を十分に理解する必要がある。また黒色のゴムシート等は、カーボンブラックを含有した導電性の物もある。導電性物体は、電気を良く通すため、感電や火災の原因になる。このようにゴムは全て電気を通さない絶縁物であるという認識は間違い（誤解）となる。この誤解を無くすため、絶縁材料には透明なものを使用することを勧める。

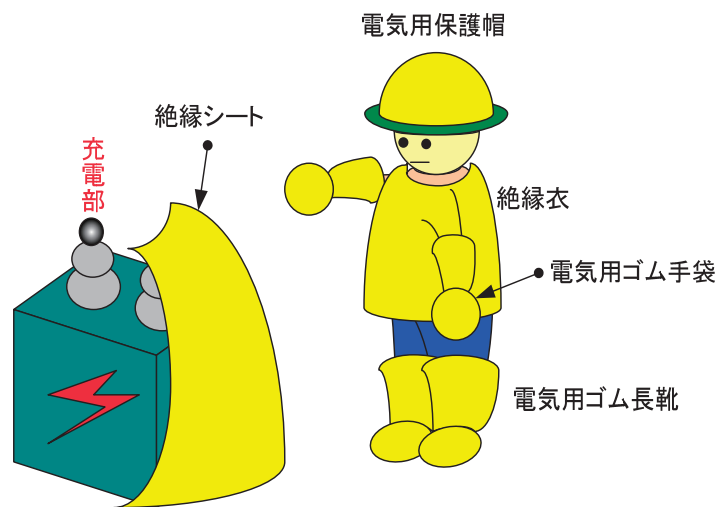


図 13 絶縁用保護具・防具・防護具等の使用方法

表 4 感電防止用の作業具等の分類と用途

| 分類 | 作業具名および用途 |
|-------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1) 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、絶縁衣および電気用ゴム長靴等。電気設備の点検や修理等のとき、露出した充電部へ近づいたときに起こる感電を防止するために人体が着用するものを指す。 |
| 2) 絶縁用防具 | 絶縁シート、ゴム絶縁管、がいしカバー等。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のおそれのある充電部等に装着（覆い被す）するものを指す。 |
| 3) 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）やその絶縁台等。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、例えば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。 |
| 4) 絶縁用防護具 | 線カバー（建築用防護管）、がいしカバー、シート状カバー等。電線類（電柱）の近くで建設足場の組立て・解体作業等を行うとき、あるいはくい打機や移動式クレーン等を使用するときに作業中の感電を防止するために充電された電路（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。 |

1.3.2.4. 導電性安全装備具

- 1) 役割・・・導電性安全装備具^{[10],[16],[17]}（図 14）は、主に 275 kV 以上の特別高圧の鉄塔を登っているとき等に、静電誘導により人体の電圧が数 kV 以上となり、接地された導体（例えば作業台のフレーム等）に接触したときの放電による電撃が原因となる 2 次災害（高所からの墜落等）を防止するために人体の電位を低下させる。
- 2) 原理・・・導電性安全装備具を着用することで、人体の電位上昇が抑制されて、静電誘導による放電が抑制される。鉄塔等を登るとき、通常人体には静電結合により電圧が発生する。特別高圧の電路（電線）に近づくにつれて、人体の電圧は高くなり、もし絶縁状態であれば高電圧になる可能性もある。絶縁された人体が接地された鉄塔等のフレーム等の金属部分に接近すると、放電によって強い電撃を受ける。この電撃により、昇降中の鉄塔等から手が離れて墜落することがある。この種の事故を防止するために、導電性安全装備具が必要となる。導電性安全装備具を着用して鉄塔等を登れば、鉄塔等のフレーム等の金属部分に接触している間、人体の電圧が鉄塔の電圧と等しくなり、放電が発生することはない。このように導電性安全装備具は、静電誘導による放電を防止するため、墜落等の 2 次災害を未然に防止できる。

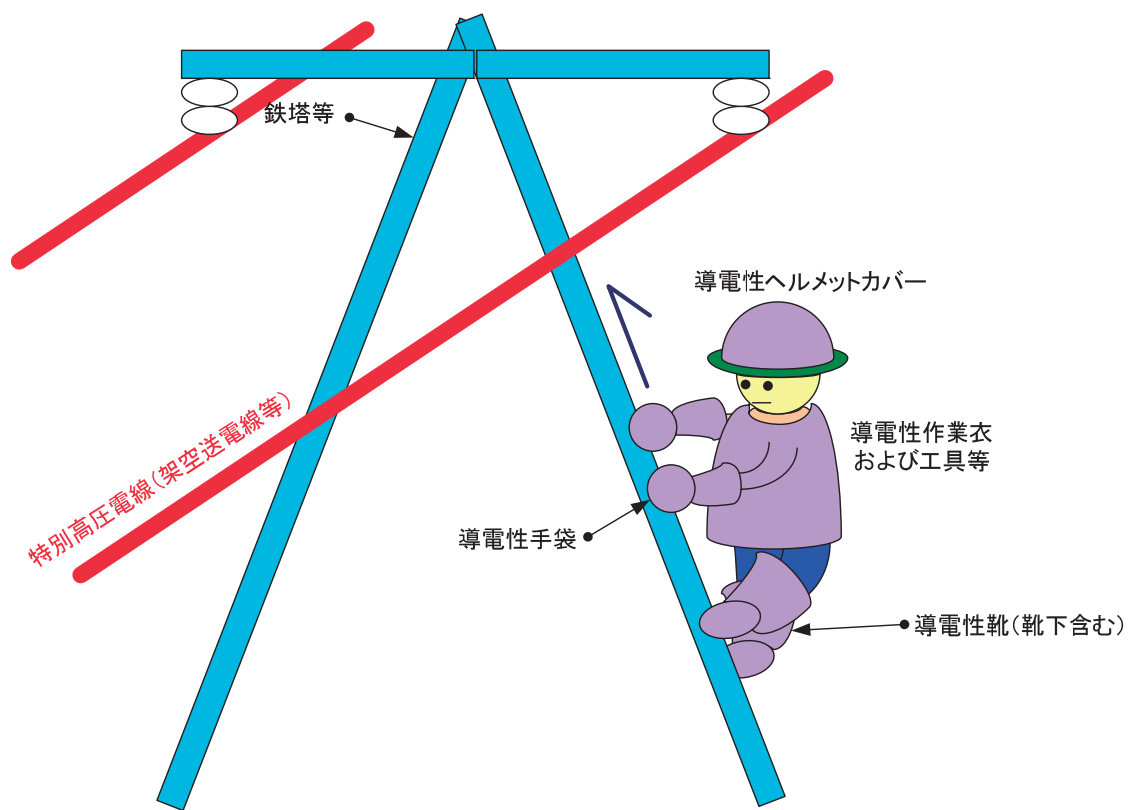


図 14 導電性安全装備具の使用環境

2. 感電災害の発生状況と過去 30 年間（1974 年～2003 年）の統計

感電による死亡災害は、感電防止機器・器具等の開発（絶縁用保護具、防具、防護具等）、労働安全衛生法や電気設備技術基準等の各種法令の制定・改正、電気作業の安全化等により毎年減少する傾向にある。

ここでは、過去 30 年間（1974 年～2003 年）^{[18],[19]}に発生した感電災害の統計から、感電による死亡災害の発生状況を電圧別（低圧、高圧・特別高圧）、業種別および月別に分類した。また、各種法令等の制定と感電による死亡者数の関係を整理した。以下にそれらの内容を紹介する。

図 15 は、1974 年から 2003 年までの過去 30 年間に発生した感電による死亡者数の推移を表している。図中の縦軸は感電による死亡者数（人）、横軸は年を表している。この図から、次のことが理解できる。感電による死亡者数は、1974 年の年間 203 名を最大にその後減少する傾向にあり、2003 年では年間 14 名にまで減っている。2003 年の死亡者数は、1974 年の死亡者数の約 6%になる。このように感電による死亡災害は、感電防止機器・器具の開発、電気作業の安全化と電気関連企業の安全意識の向上、安衛法の制定等により減少している。これまでの感電による死亡者数の傾向から、今後の感電による死亡災害の動向として、次の三つのケース（図 16）が考えられる。

(1) 感電による死亡災害の件数が増加するケース

設備投資の増加による工事件数の大幅増、安全対策に関する予算の削減等が原因で感電災害が今後もますます増加する可能性が考えられる。これは、図 16 のケース 1 に該当する。

(2) 死亡災害の件数が横ばいのケース

感電防止に関する対策が現状のままで、かつ設備投資や経済状況が現在とほとんど変わらないと仮定すると、感電災害の発生件数が横ばいになる可能性が考えられる。これは、図 16 のケース 2 に該当する。

(3) 死亡災害の件数が減少するケース

例えば作業中に使用できる電気の可視化装置等の画期的な感電防止器具等の開発、安全対策に関する予算の大幅増、安全に関する技術伝承の成功等により感電災害が今後減少する可能性が考えられる。これまでの減少傾向が今後も継続すると仮定すると、今後発生し得る感電による死亡者数は外挿法で推定すると図 16 中のケース 3 になる。

図 16 のケース 3 は、過去 30 年間のデータをもとに、2003 年以降に発生し得る感電による死亡者数を外挿法により推定した結果を表している。この図中の近似式は、式 (2.1) で表すことができる。

$$N = 10^{-0.03C+61.41} \dots \dots \dots (2.1)$$

ここで、 N は感電による死亡者数（人）、 C は西暦を表している。

したがって、今後も感電防止に関する取り組み（新しい感電防止機器・器具等の開発、さらなる安全教育の徹底等）が実施できれば、感電災害の更なる減少も可能になると思われる。

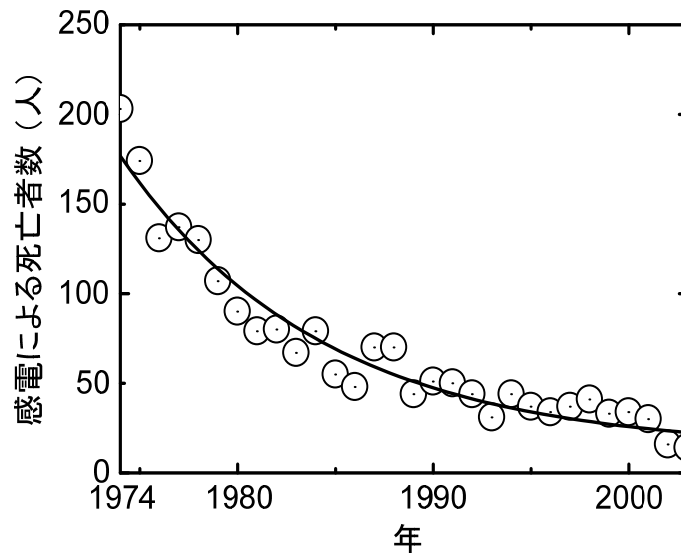


図 15 過去 30 年間（1974 年～2003 年）の感電による死亡者数の推移

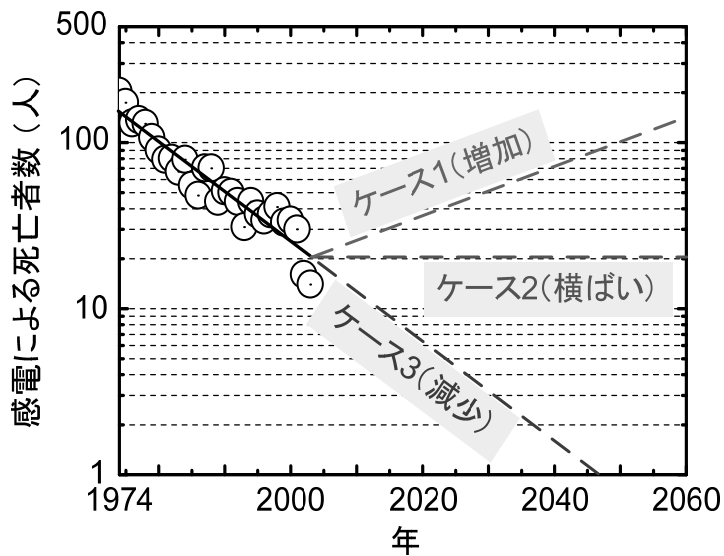


図 16 感電による今後の死亡者数の推定

2.1. 電圧別

感電災害は、取り扱う設備の使用電圧の増加、あるいは発汗等による人体の抵抗の低下により体内を継続して流れる電流が大きくなると、作業者が死亡する可能性が大きくなる。作業者は使用電圧の高い設備を取り扱うときは感電の危険性を認識して作業するが、比較的使用電圧の低い設備（100 V 程度の設備等）を取り扱うときは感電に対する認識が甘いた

めに感電災害が起りやすいと報告されている³⁾。

通常、電圧の階級は、主に以下のように種別⁴⁾される。

- 1) 低圧：600 V 以下（交流，AC），750 V 以下（直流，DC）。
- 2) 高圧：600 V を超え 7,000 V 以下（AC），750 V を超え 7,000 V 以下（DC）。
- 3) 特別高圧：7,000 V 超。

低圧で発生する感電災害は主に屋内配線工事中，電動工具による作業中，一方で高圧および特別高圧で発生する災害は主に受変電設備や送電設備等で起りやすい。

2.1.1. 低圧

図 17 は，低圧（交流：AC \leq 600 V，直流：DC \leq 750 V）で発生した過去 30 年間の感電による死亡者数の推移を表している。この図から，次のことが理解できる。低圧で発生した感電による死亡者数は，1974 年の年間 74 人が最大でその後徐々に減少し，1989 年と 2003 年の年間 10 人が最小になった。後者は，前者の約 14% となる。

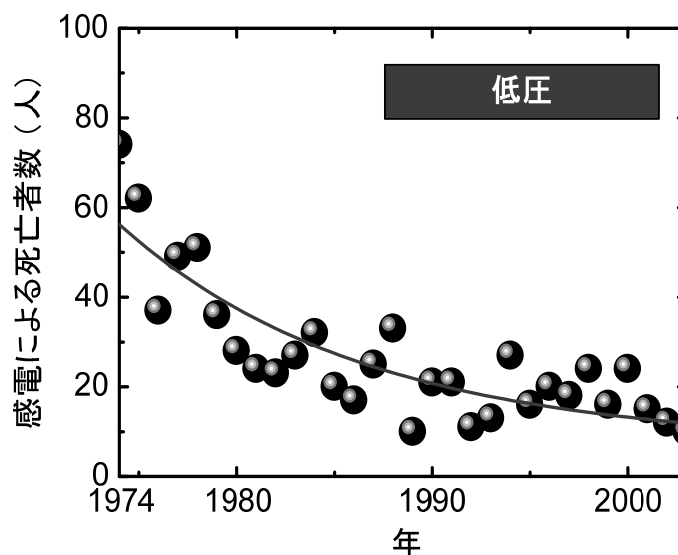


図 17 低圧の作業中に発生した感電死亡者数の推移

2.1.2. 高圧・特別高圧

図 18 は，高圧（600 V $<$ AC \leq 7,000 V，750 V $<$ DC \leq 7,000 V）および特別高圧（AC $>$ 7,000 V，DC $>$ 7,000 V）で発生した過去 30 年間の感電による死亡者数の推移を表している。この図から，次のことが理解できる。高圧・特別高圧における感電による死亡者数は，1974 年の年間 129 人を最大にその後減少する傾向にあり，2003 年では年間 4 人にまで減少した。2003 年における感電による死亡者数は，1974 年の死亡者数と比較すると，約 3% になる。

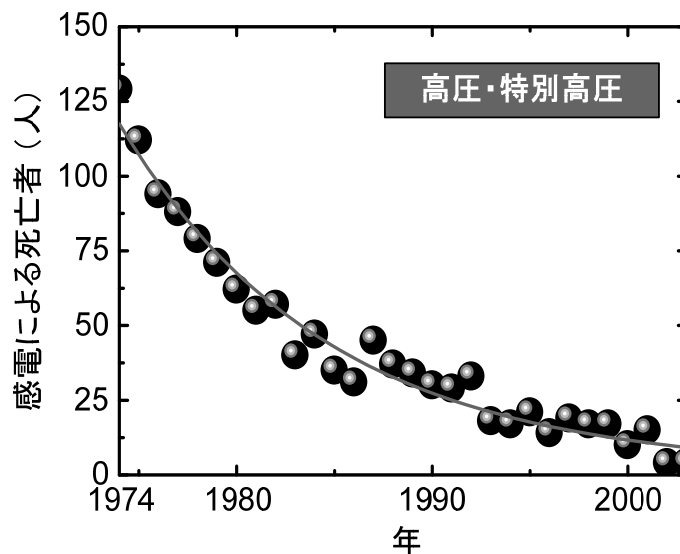


図 18 高圧・特別高圧の作業中に発生した感電死亡者数の推移

2.1.3. 考察

ここでは、電圧別に感電による死亡者数の統計をとった。得られた結果から、以下のことが明らかにされた。

感電による死亡者数は、1974年から全体的に減少傾向にあり、2003年では最大時の約6%になった。災害防止を目的とした労働安全衛生法や労働安全衛生規則が1972年に制定されたことを考慮すると、これらの法令等は感電災害の防止に貢献していると考えられる。

低圧と高圧および特別高圧に分けて1974年に対する2003年の死亡者の割合を検討すると、低圧の場合は最大値の約14%、高圧および特別高圧の場合は最大値の約3%まで減少した。後者の割合が前者よりも約10ポイント低い理由として、次のことが原因の一つであると考えられる。高圧・特別高圧での作業は電力会社やその関連会社等が行うことが多いため、感電防止機器・器具の開発や感電防止のための安全教育が徹底して行われている。一方、低圧での作業は使用電圧が高圧・特別高圧に比べて低いため、感電に対する認識が甘いことが一例としてあげられる。また低圧の作業では、電気取り扱いに関する特別教育を受けた労働者、電気工事士や電気主任技術者等の特別な資格を持たない作業者が事故に遭うこともある。

今後も感電災害の防止に重点を置き、各企業等がその安全対策の充実に努め、より効果的な感電防止器具等の開発に取り組み、新しく開発された機器等の設置の一部義務化や安全教育の徹底等が実施されれば、感電による死亡者数をより一層減少させることが期待される。

2.2. 業種別

感電が原因で発生する死亡者数は、業種により異なる。ここでは、代表的な分類として建設業、電気工事業、電気業、製造業の死亡者数の統計を以下にまとめる。

2.2.1. 建設業

建設業とは、主として建設工事を行う事業所を表している（付録3参照）。建設会社等がこの業種に該当する。

図19は、建設業で発生した感電による死亡者数の推移を表している。この図から、次のことが理解できる。感電による死亡者数は1974年の年間60人を最大にその後減少する傾向を示し2003年で年間2名となった。後者は、前者の約3%になる。建設業で発生した感電災害の発生場所の内訳は、図20になる。

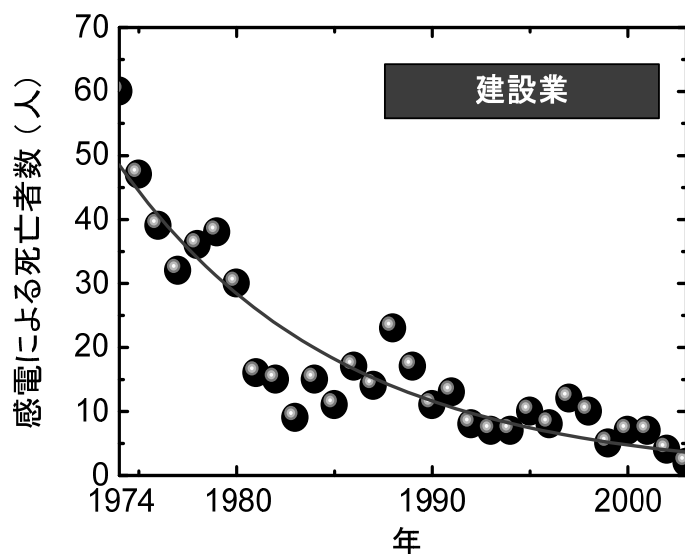


図19 建設業で発生した感電による死亡者数の推移

図20は、建設業で発生した感電死亡災害の内訳を表している。図中の○は高電圧電線類（送配電線類、電力母線、電気配線、電鉄用トロリー線・き電線、クレーントロリー線）、▲は電力機器類（高圧開閉器、低圧開閉器、変圧器・その他電力装置、移動式電動機器、可搬式電動機器、定置式電動機器）、▽はアーク溶接機、◆は照明装置類（ハンドランプ等の照明装置）をそれぞれ表している。この図から、以下のことが理解できる。

高電圧電線類（○）で発生する死亡者は、1974年の年間38人が最大で、2003年には年間1名まで減っている。高電圧電線類で発生した感電災害の原因は、“活線に人体が接触”が最も多く、その次に“活線に取扱い中の導電体（道具等）が接触”、“移動式クレーン等の建設機械が接触”等がある。高電圧電線類は、取り扱う電圧が高いため人体や導体が電線に近づくと電線との間で火花放電が発生し、火花放電による感電も発生することがある。

電力機器類（▲）では、1974年の年間11名を最大に2003年は死亡者が出ていない。この事故の原因は、“機器のフレーム（筐体）への漏電”や“接続コードやその他の部分に接触”が最も多い。

また、アーク溶接機（▽）では、1974年の年間5名が最大で、電力機器類と同様に2003

年は死亡者が出ていない。この事故は主に“ホルダーに接触”，“溶接棒に接触”，“その他の部分に接触”により発生している。

照明装置類（◆）における死亡者は全体的にほとんど発生していない。この事故は，“漏電”が原因で発生することがある。

図 20 から理解できるように，高電圧電線類（○）で発生する感電死亡者数が最も多く，電力機器類（▲）で発生する死亡者数の約 4 倍になる。この原因として，クレーン等で作業しているときに，作業員やクレーンが高電圧線等に接触する事故が多いためと考えられる。

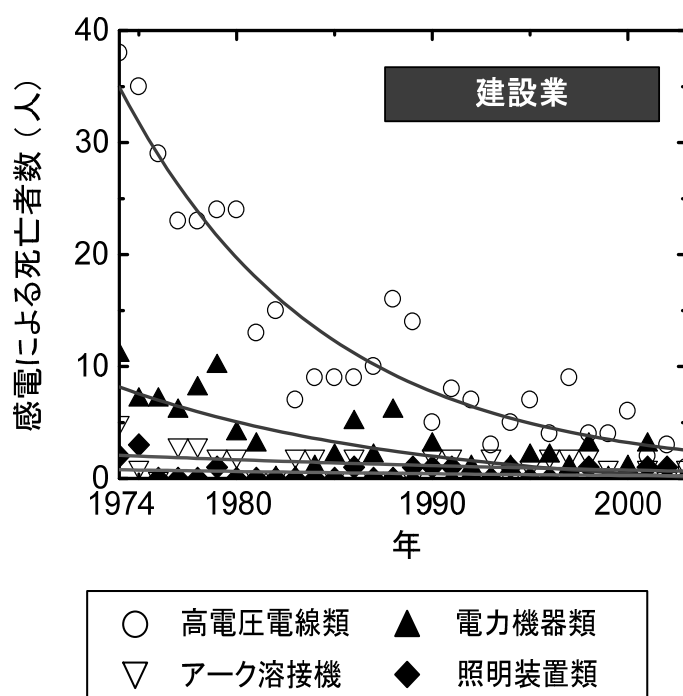


図 20 建設業で発生した感電死亡災害の内訳

2.2.2. 電気工事業

電気工事業とは，主として送電線・配電線工事（地中線工事含む）等と建築物の内外の照明工事等を行う事業所を表している（付録 3 参照）。電気工事会社等がこの業種に該当する。

図 21 は，電気工事業で発生した感電による死亡者数の推移を表している。この図から，次のことが理解できる。電気工事業における感電死亡者数は，1974 年の年間 66 人を最大にその後減少する傾向を示し，2003 年では年間 2 人にまで減少した。後者は，前者の約 3% であり，建設業で発生した感電による死亡者数と同数になる。電気工事業で発生した感電災害の発生場所の内訳を表すと，図 22 になる。

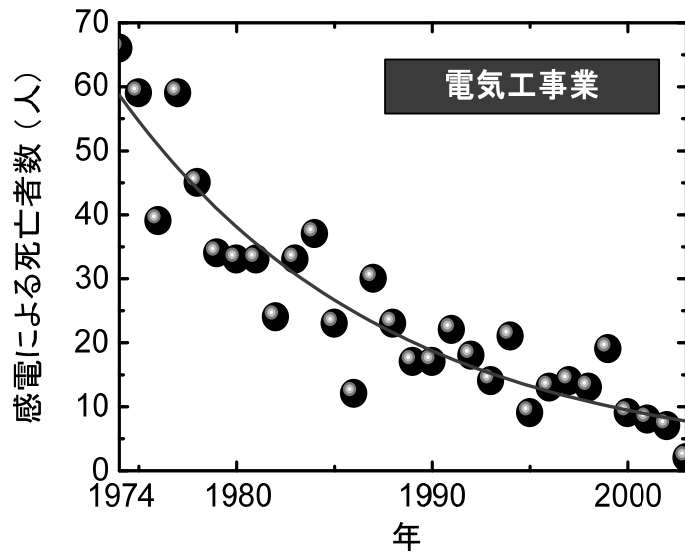


図 21 電気工事業で発生した感電による死亡者数の推移

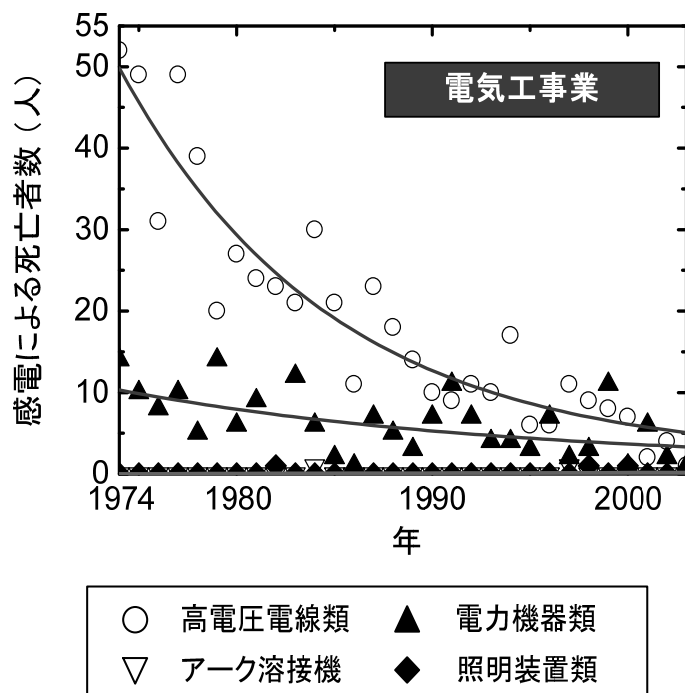


図 22 電気工事業で発生した感電死亡災害の内訳

図 22 は、電気工事業で発生した感電死亡災害の内訳を表している。図中の記号は、図 20 と同様に○：高電圧電線類，▲：電力機器類，▽：アーク溶接機，◆：照明装置類をそれぞれ表している。この図から、次のことが理解できる。高電圧電線類（○）で発生した感

電による死亡者数は、1974年の年間52人が最大で、2003年には年間1人にまで減っている。電力機器類（▲）で発生した死亡者数は、1974年の年間14人を最大に、2003年は年間1人まで減少した。後者は、前者の約7%になる。一方、アーク溶接機（▽）および照明装置類（◆）で発生した感電による死亡者は、1974年から2003年までの間でほとんど発生していない。この図から理解できるように、電気工事業では高電圧電線類（○）で発生する死亡者が最も多い。この原因として、電気工事業では高・低電圧線等の近くで作業を行うことが多いため、人体や工具等が電線等の充電部に接触し感電災害が発生することが多いためだと考えられる。

2.2.3. 電気業

電気業とは、電気を供給する事業所を表している（付録3参照）。電力会社等がこの業種に該当する。

図23は、電気業で発生した感電による死亡者数の推移を表している。図中の縦軸は、電気業で発生した感電による死亡者数（人）、横軸は年を表している。この図から、次のことが理解できる。感電による死亡者数は、1975年の年間8人が最大になる。電気業では、他の業種に比べて感電による死亡者数は少ない。電気業で発生した感電災害の発生場所の内訳は、図24になる。

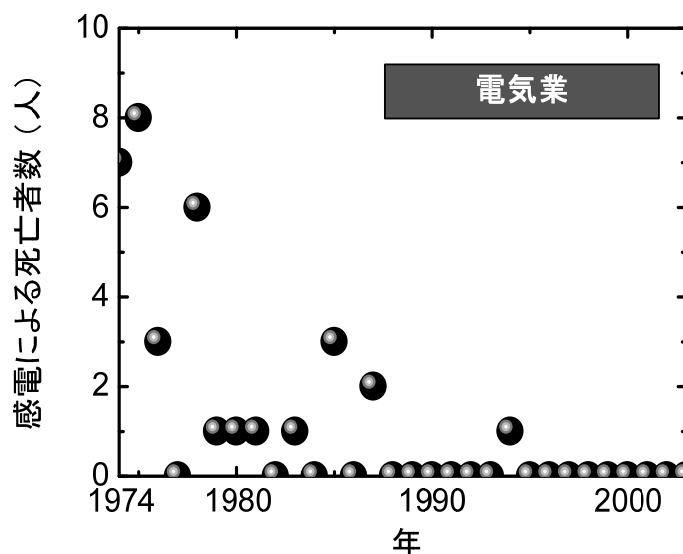


図 23 電気業で発生した感電による死亡者数の推移

図24は、電気業で発生した感電死亡災害の内訳を表している。図中の記号は、これまでと同様に、○：高電圧電線類，▲：電力機器類，▽：アーク溶接機，◆：照明装置類をそれぞれ表している。この図から、次のことが理解できる。高電圧電線類（○）で発生した感電による死亡者数は、1974年の年間5人が最大になる。全体の傾向から、近年では感電による死亡者が発生していない。電力機器類（▲）で発生した死亡者数は、1975年の年間5人が最大になる。高電圧電線類と同様に、近年では感電による死亡者が発生していない。

一方、アーク溶接機（▽）および照明装置類（◆）では、1974年から2003年までの間、感電による死亡者は発生していない。

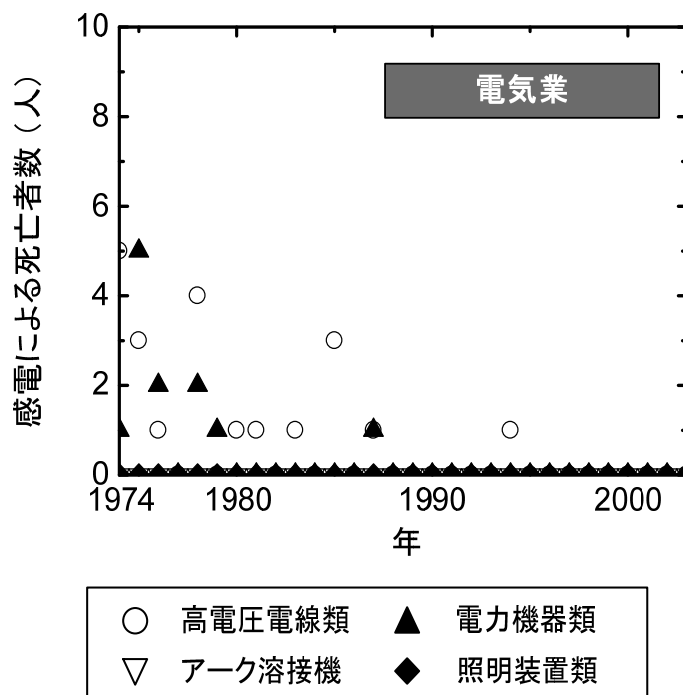


図 24 電気業で発生した感電死亡災害の内訳

2.2.4. 製造業

製造業とは、製品を製造して販売する事業所を表している。例えば、パソコンや自動車メーカー（製造会社）等がこの業種に該当する。

図 25 は、製造業で発生した感電による死亡者数の推移を表している。図中の縦軸は、製造業で発生した感電による死亡者数（人）、横軸は年を表している。この図から、次のことが理解できる。製造業における感電による死亡者数は、1974年の年間44人を最大にその後減少する傾向を示し、2002年で最低値の年間3人になる。後者は、前者の約7%になる。製造業で発生した感電災害の発生場所の内訳は、図 26 になる。

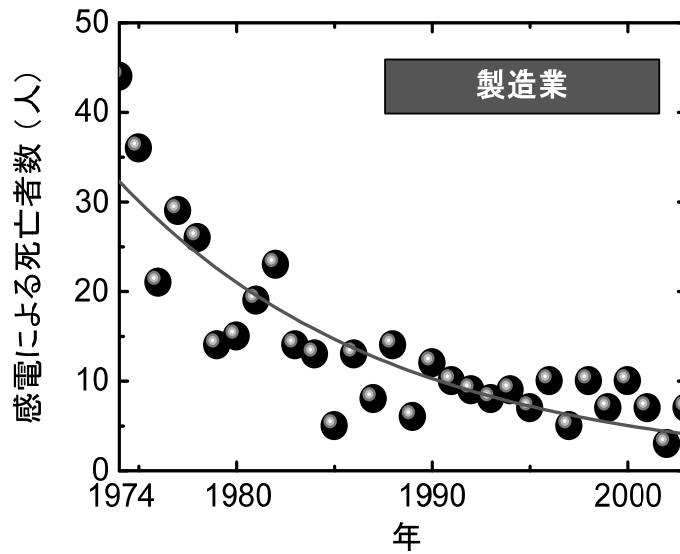


図 25 製造業で発生した感電による死亡者数の推移

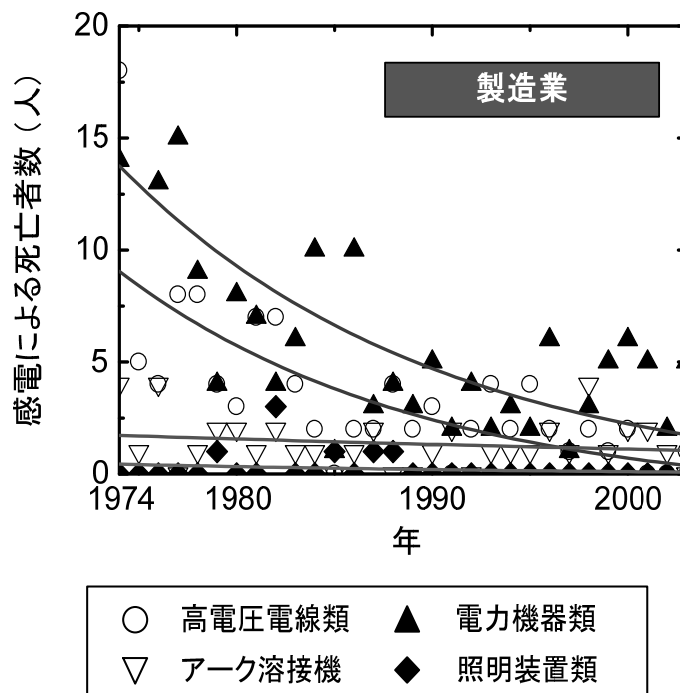


図 26 製造業で発生した感電死亡災害の内訳

図 26 は、製造業で発生した感電死亡災害の内訳を表している。図中の記号は、これまでと同様に、○：高電圧電線類，▲：電力機器類，▽：アーク溶接機，◆：照明装置類をそれぞれ表している。この図から、次のことが理解できる。高電圧電線類（○）で発生した感電による死亡者は、1974 年の年間 18 人が最大で、全体からみると減少する傾向になる。

1985年、1991年、2001年、2002年は感電による死亡者が発生していない。電力機器類(▲)の死亡者数は、1975年の年間22人で最大になり、全体からみると高電圧電線類(○)と同様に減少する傾向になる。死亡者数は、1985年と1997年で1人になる。アーク溶接機(▽)の死亡者数は、1974年、1976年、1998年で最大の4人となるが、全体の傾向から見ると死亡者数は2人以下の年が多い。照明装置類(◆)の死亡者数は、1982年が最大で3人になる。製造業において、照明装置類で発生する感電死亡者は全体から見ると、死亡者は近年発生していないといえる。この図から理解できるように、全体の傾向から、製造業では電力機器類(▲)の死亡者は高電圧線類の死亡者よりも約1.5倍多い。これは、製造業では作業者が製造機械を取り扱うことが多く、その装置に関連した感電災害が多く発生するためだと考えられる。

2.2.5. 考察

ここでは、感電による死亡者数が比較的多い業種(建設業、電気工事業、電気業、製造業)毎に死亡者数の統計をとった。その結果、以下のことが明らかにされた。

建設業および電気工事業で死亡した作業員数は、1974年から2003年では、全感電死亡者数の50%以上を占めている。これは、建設業および電気工事業の死亡災害の内訳のグラフ(図20、図22)から理解できるように、主に高・低電圧電線類等の充電部との接近・接触による死亡者数に依存していると考えられる。この種の事故で死亡する作業員を減らすには、電線類と人体等との接触を防止するための絶縁用保護具や防具等の着用、安全工具等を適切に使用し、電線類に近づくことなく作業を行う必要がある。また、感電災害を起こさないためには、電線類との接近限界距離(安衛則第344条)を維持することも必要になる。特に、高圧や特別高圧の電線類付近で作業を行う場合は、電線類と人体間で火花放電が起こらないように注意して作業することが求められる。この種の災害を防止するには、作業員を対象として、高電圧の取り扱いに関して徹底した安全教育を行うことが重要と考えられる。

業種毎に死亡災害の内訳(取り扱う機器に起因する感電災害)を調べると、最も多い災害の原因は、(1)建設業、電気工事業および電気業では高電圧線類(送配電線類、電力母線、電気配線、電鉄用トロリー線・き電線、クレーントロリー線)、(2)製造業では電力機器類(高圧開閉器、低圧開閉器、変圧器・その他電力装置、移動式電動機器、可搬式電動機器、定置式電動機器)であることが明らかにされた。このように業種により取り扱う機器が異なるため、感電の発生原因となる起因物は異なる。したがって、業種毎に災害の多発している機器に対する感電防止対策をより一層推進する必要がある。

2.3. 月別

感電による死亡者数は、季節によって異なる。特に夏場は、発汗により人体の接触抵抗値が下がり、低い電圧でも作業員が感電により死亡することがある。ここでは、月別に死亡者数の統計をとった結果を以下にまとめる。

2.3.1. 10年間毎の死亡者数

図27は、過去30年間(1974年～2003年)の月別の感電による死亡者数を表している。

この図中の x 軸は 1974 年～1983 年（赤色）、1984 年～1993 年（緑色）及び 1994 年～2003 年（青色）の各期間を、y 軸は月を、z 軸は死亡者数を表している。この期間における感電による死亡者の最高値と最低値を表にすると、表 5 が得られる。図 27 と表 5 から、次のことが理解できる。感電による死亡者の最高値は、1974 年～1983 年では最低値の約 5 倍、1984 年～1993 年では最低値の約 7 倍、1994 年～2003 年では最低値の約 13 倍になる。これらの 3 パターンを比較すると、この倍率は近年に近付くにつれて高くなる。これは、近年に近付くにつれて、感電死亡者の最高値と最低値がともに減少することに起因している。この図の感電による死亡者数をそれぞれの最大値を 100%として規格化すると、図 28 が得られる。

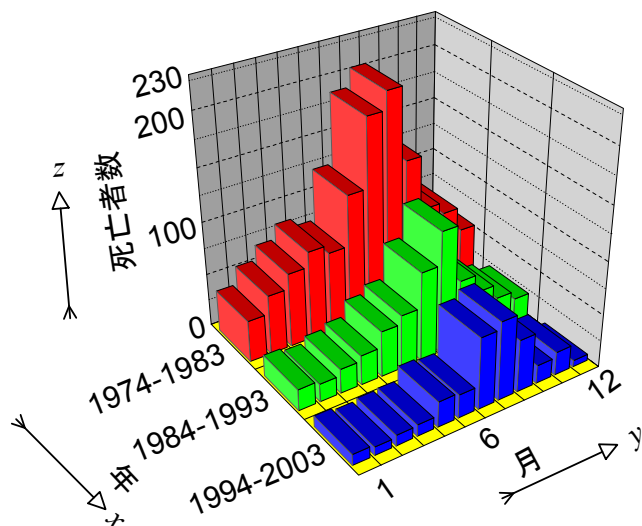


図 27 月別の感電による死亡者数

図 28 は、それぞれの最大値で規格化した月別の感電による死亡者の割合を表している。この図の縦軸は最大値で規格化した死亡者数の割合、横軸は月を表している。図中の●は 1974 年～1983 年、▲は 1984 年～1993 年、▼は 1994 年～2003 年における月別の総計を表している。この図から、次のことが理解できる。1 月～5 月、10 月～12 月の範囲では、最大値で規格化した死亡者の割合は 40%以下になる。この範囲における割合は、近年に近付くにつれて減少し、1994 年～2003 年（▼）を 1974 年～1983 年（●）と比較すると、前者は後者の約 0.5 倍になる。感電による死亡者数の割合は、6 月～9 月の範囲が 50%以上と高く、その人数を図に表すと図 29 になる。

表 5 月別の感電死亡者数の最高値と最低値

| 期間 (年) | 感電による死亡者数 (人) | |
|-----------|---------------|---------|
| | 最高値 | 最低値 |
| 1974～1983 | 206 (8月) | 39 (1月) |
| 1984～1993 | 115 (8月) | 17 (2月) |
| 1994～2003 | 74 (8月) | 6 (12月) |

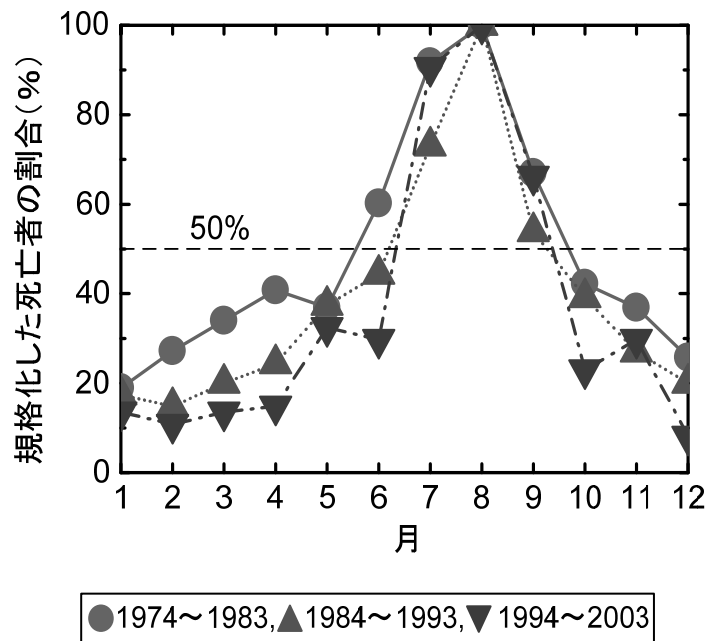


図 28 月別に規格化した感電死亡者数の割合

図 29 は、6 月～9 月における感電による死亡者数の推移を表している。図中の縦軸は感電による死亡者数の総計 (人)、横軸は 1974 年～1983 年 (A 期間)、1984 年～1993 年 (B 期間)、1994 年～2003 年 (C 期間) を表している。この図から、次のことが理解できる。感電による死亡者数を A、B、C 期間と 10 年間毎に分けてその総計を死亡者数が多い順に並べると、8 月、7 月、9 月、6 月の順になる。この順番は、A、B、C 期間いずれも同じ傾向になる。この図の値を表にまとめると、表 6 が得られる。この表から、6 月～9 月までに発生した感電による死亡者は最大で年間の約 70% になることがわかる。したがって、夏期に発生する感電による死亡者数を減らすことができれば、年間の死亡者数を大幅に減らすことが可能になる。

表 6 月毎の感電死亡者数とその割合

| 期間 (年) | 感電による死亡者数 (人) | | | | | | (6月～9月)×100/ (1月～12月) (%) |
|---------------|---------------|-----|-----|-----|-------|--------|------------------------------|
| | 6月 | 7月 | 8月 | 9月 | 6月～9月 | 1月～12月 | |
| 1974～ 1983 | 124 | 189 | 206 | 138 | 557 | 1198 | 55 |
| 1984～ 1993 | 51 | 84 | 115 | 62 | 312 | 542 | 57 |
| 1994～ 2003 | 22 | 67 | 74 | 49 | 212 | 320 | 66 |

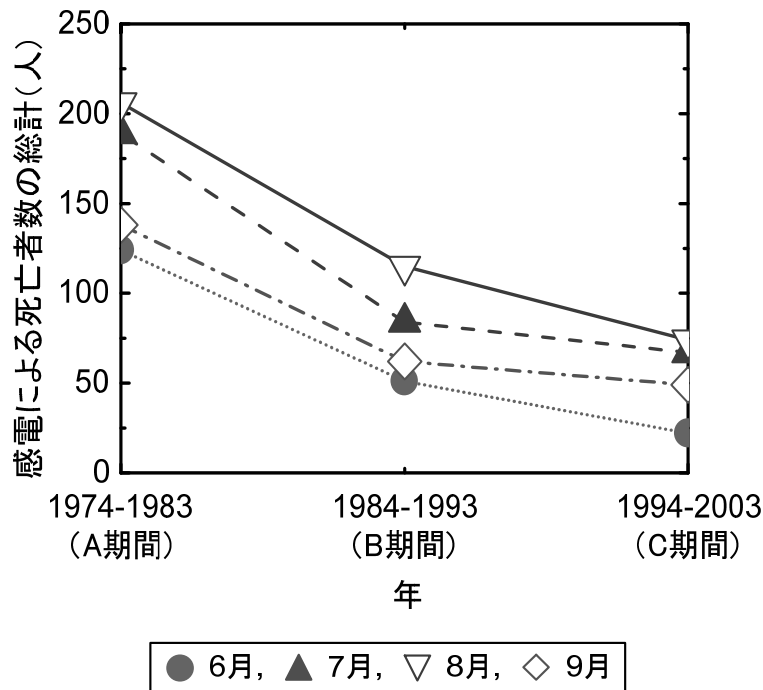


図 29 6月～9月における感電死亡者数の推移

2.3.2. 考察

ここでは、感電による死亡者数を月別に分けて統計をとった。この結果、以下のことが明らかにされた。

感電による死亡者数は、1974年～2003までを10年毎に分けてその分布を調べると、8月を最大とする正規分布曲線と似た形になる。感電による死亡者数は6月～9月に集中しており、死亡者数の多い順にならべると8月、7月、9月、6月の順になる。一方、感電による死亡者数が少ないのは12月～2月の期間であり、その期間の死亡者数は8月と比較すると約15%になる。感電による死亡者数が夏場（特に8月）に多い原因は、人体が電気機器や電気配線等の充電部と接触したとき、人体の接触抵抗の大きさや作業に使用する衣服や

作業環境等にある。夏場は人体の発汗の増加，作業服の軽装化等により，人体の接触抵抗は著しく低下する。その結果，人体の接触抵抗が著しく低下したときに電気機器や電気配線の充電部に接触すると，人体を通過して大地に流れる電流が増加し，心室細動による死亡災害を引き起こしやすくなる。

今後の感電による死亡者数を減らすには，6月～9月の4ヶ月間で発生する死亡災害の形態を調査し，防止対策を検討する必要があると考えられる。この期間で発生する死亡災害を防止するには，例えば空調設備等を運転させて作業中の発汗を抑え，肌の露出が少ない絶縁性の高い作業服を着用し，作業時の集中力を維持することが求められる。しかしながら，空調設備の新設することが困難な場合（作業時間が短い場合）もあり，この場合は局所的な空調装置の導入も含め現場の状況に応じた対策をとる必要がある。

2.4. 労働安全衛生法等の制定・改正と感電死亡災害の発生件数の関係

労働安全衛生法（安衛法）は，1947年（昭和22年）に制定された労働基準法第5章（安全及び衛生），労働災害防止団体等に関する法律第2章（労働災害防止計画）および第4章（特別規則）を合わせたものを母体としており^[20]，1972年（昭和47年）に制定された。また安衛法の条文を実施するために必要な内容を定めた労働安全衛生規則（安衛則）も安衛法と同年に制定された。

表 7 感電防止に寄与している代表的な法令等とその内容

| 西暦（年号） | 法令等の名称 | 制定，条文等の内容 |
|--------------|-----------|-------------------------|
| 1947年（昭和22年） | 労働基準法 | 制定（現在の安衛法・安衛則の一部含む） |
| 1964年（昭和39年） | 電気事業法 | 制定 |
| 1965年（昭和40年） | 電気設備技術基準 | 制定 |
| 1968年（昭和43年） | 内線規程 | 制定（電気工事の方法の具体的な指針） |
| 1969年（昭和44年） | 旧労働安全衛生規則 | 可搬式・移動式機器に漏電遮断器の設置の義務付け |
| 1972年（昭和47年） | 労働安全衛生法 | 制定 |
| 〃 | 労働安全衛生規則 | 制定 |

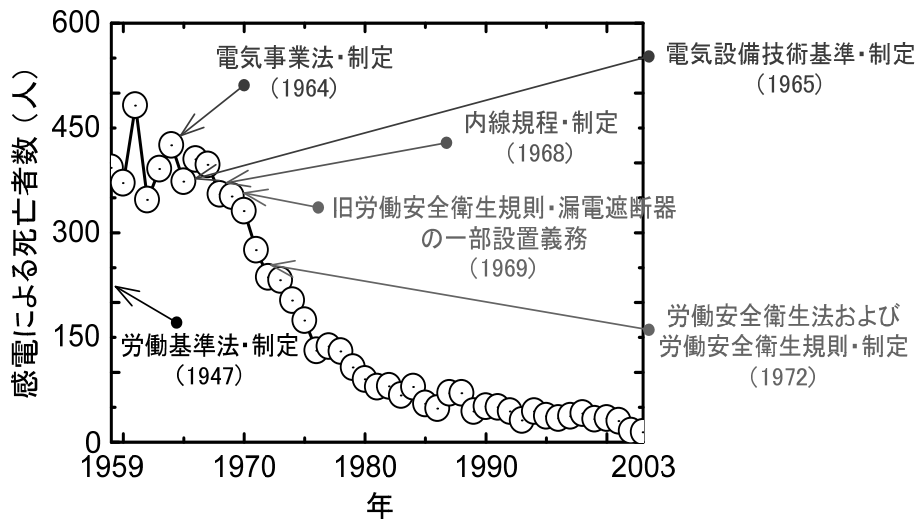


図 30 各種法令等の制定と感電死者数の関係

感電災害の防止に寄与してきた各種法令の制定等に関する内容をまとめたものを、表 7 に表す。表中では、1972 年以前の安衛則を旧労働安全衛生規則と称している。一方で、この表とこれまでの感電による死亡者数（1959 年～2003 年）との対応関係を知るために図 30 に示す。表 7 と図 30 から次のことが理解できる。各種法令の制定等により、1969 年以降は感電死亡災害の発生件数が減少傾向を表している。これは、旧安衛則や電気設備技術基準により例えば漏電遮断器の一部設置の義務づけ等（例えば安衛則 333 条）が施行されたことが、感電死亡災害の発生防止に貢献していると考えられる。

3. 感電災害の事例と防止対策

作業中の感電災害を防止するには、作業場にある潜在的な危険因子をよく理解した上で、適切な絶縁用保護具・防具・防護具等を使用し、法令を遵守して作業を行う必要がある。ここでは代表的な感電災害の事例と、実施していれば防止できたと思われる対策^[21]を紹介する。

3.1. 【災害事例 1】変電所内の閉鎖盤内の遮断器で作業中に感電

1) 災害発生の概要

変電所に設置された閉鎖盤内の遮断器の接触抵抗を測定中に、別系統からの電力が供給されたために測定箇所が充電状態になり、被災者が露出した充電部に接触して感電したものであった（図 31 参照）。

災害発生当日は、各遮断器の接触抵抗を次の要領で測定した。

- ① 測定対象の閉鎖盤を停電させる。
- ② 電路の検電と絶縁抵抗の測定を行う。

- ③ 電路の短絡接地（接地線を取り付けておく）を行う。
- ④ 遮断器の可動部分を引き出して、測定部分を紙ヤスリで磨き、測定器のリード線を取り付けて、接触抵抗を測定する。
- ⑤ 遮断器の可動部分を閉鎖盤内に戻す。
- ⑥ 短絡接地を外す。

上記作業は停電作業で行われていた。作業の途中で作業対象となる A、B の配電系統の内、作業をしていない B 配電系統の電源を溶接作業のために通電することになった。作業責任者は変電所の労働者に対して B 配電系統の短絡接地線を取り外し、遮断器を元に戻し、断路器を復帰して通電するように指示した。

引き続き A 配電系統の閉鎖盤内に設置された遮断器の接触抵抗測定作業が継続されていたところ、被災者が閉鎖盤のところでしゃがみ込むような姿勢で感電しているところを同僚によって発見された。

感電の要因は A、B 配電系統がクレーントロリー線(440 V) で接続されていて閉回路が形成されていたために、停電となっていた A 配電系統に B 配電系統から電力が供給されたことによる。

2) 災害発生要因

停電作業箇所が誤って充電されたことが直接的な要因であるが、その他には次の要因が考えられる。

- ① 3相のうち1相のみ短絡接地を施し、他の相は短絡接地されなかったこと。
- ② B 配電系統の充電後に A 配電系統の停電を検電器で確認しなかったこと。
- ③ 作業計画の立案時に系統の検討が不十分であったこと。
- ④ 遮断器の設置場所には、閉回路が形成されていることの注意書きがあったが見落とししたこと。
- ⑤ 当初の作業計画になかった B 配電系統の電路の再投入を作業途中で行ったこと。
- ⑥ 退避の指示が徹底されていなかったこと。

3) 災害防止対策

災害要因を踏まえて次の対策が必要となる。

- ① 停電作業時には全ての相を短絡接地すること。
- ② 作業態様を変更したときには、改めて検電を行うこと。
- ③ 作業計画の立案に当たっては、電路の状況を正確に把握し、すべての作業工程で感電災害が発生するおそれがないことを確認すること。
- ④ 作業の開始前及び変更時に、作業者全員に電路の状況を周知すること。
- ⑤ やむを得ず作業内容を変更しようとする場合には、感電の危険性について検討し、必要な災害防止対策を講じること。
- ⑥ 退避が必要な場合は、退避の指示を徹底すること。

労働安全衛生規則第 339 条第 1 項第 3 号で、停電作業時の短絡接地について規定しており、開路した電路が高圧あるいは特別高圧の場合には、検電器を用いて停電を確認するとともに、誤通電や他の電路からの誘導による感電防止を目的として、短絡接地器具による短絡接地を行うこととされている。

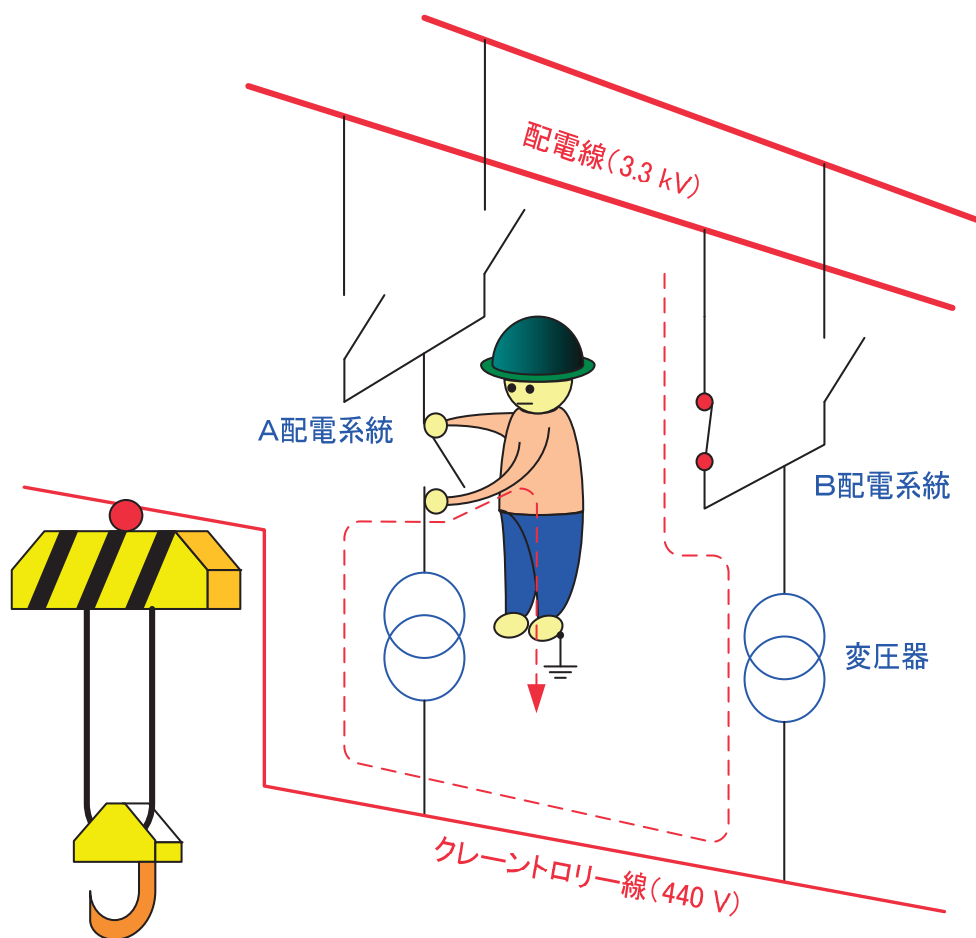


図 31 災害事例 1 の概略

3.2. 【災害事例 2】雨天でのアーク溶接作業中に感電

1) 災害発生の概要

建設工事現場において、溶接作業者が枠組み足場に腰を下ろし、組み上げられた鉄筋にラス(金網状のコンクリート打設用下地)を交流アーク溶接機によって取り付け作業を行っている時に発生した感電災害である(図 32 参照)。

ラスの取り付け作業中に雨が降り出したため、同僚と被災者の 2 人で作業場所をシートで覆う作業を行ったために、被災者の作業衣はずぶ濡れの状態となったものの、溶接作業を続行した。作業終了予定時刻が近づいたため、同僚が声をかけようと振り返ったところ、被災者は足場板の上に仰向けに倒れ、右手付近には溶接棒の取り付けられた溶接棒ホルダーが転がっていた。

被災者を検分した結果、左手の先から右胸にかけて電流が流れたことに起因する火傷の痕があり、皮手袋と作業衣の右胸部分のいずれにも電流によるものとみられる焼け焦げが認められた。これらのことから、被災者は枠組み足場に腰を下ろし、胸を枠組み足場の鋼管あるいは筋かいにもたれ掛けた状態で溶接作業を行っていた時、左手が溶接棒に触れて感電したものと考えられる。

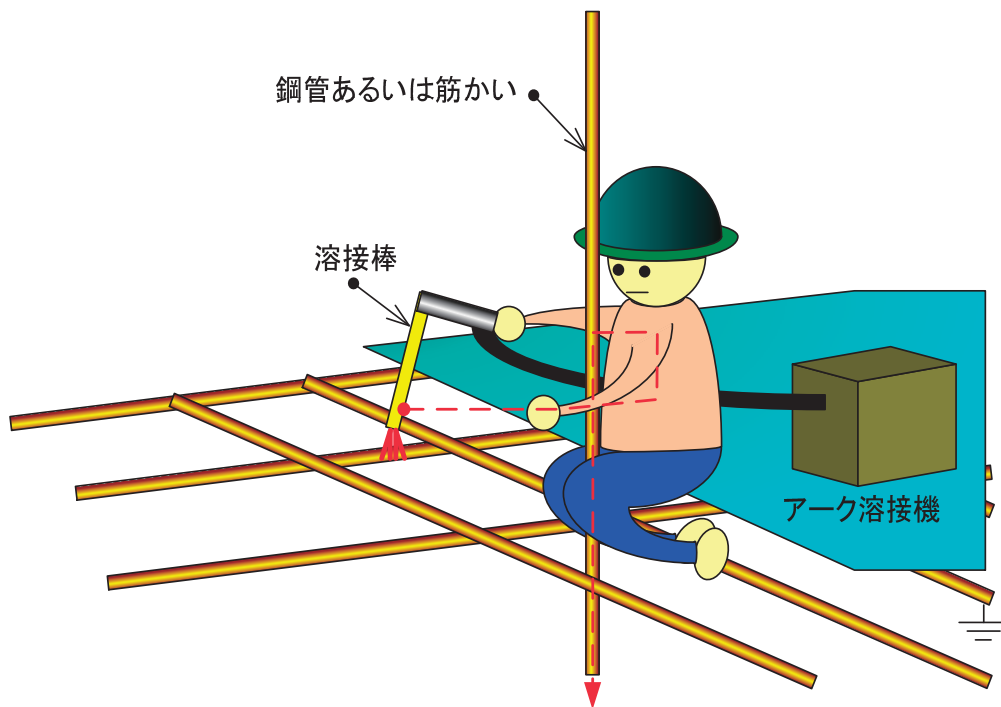


図 32 災害事例 2 の概略

2) 災害発生要因

被災者が使用していた交流アーク溶接機には自動電撃防止装置（以下、電防装置という）が内蔵され、機能も正常であったが、始動感度が約 330Ω と高抵抗始動形であった。従ってアークが発生していないときには 17 V の安全電圧が溶接機の二次側に出力されており、溶接棒と溶接母材等アース側との間の抵抗が約 330Ω 以下となると電防装置が動作して、 80 V の溶接機無負荷電圧が溶接機の二次側に出力されることとなる。

通常溶接棒を母材に接触させることによって電防装置が動作するが、乾燥している場合の人体抵抗である数 $\text{k}\Omega$ 程度に比較して人体が濡れていると 25 分の 1 以下に減少するといわれており、また濡れた衣服の抵抗は無視できる程度に低下するため、雨によって人体が濡れると人体抵抗は始動感度以下となる可能性がある。本件感電災害では、災害発生時の被災者の左手と右胸の間の抵抗は水に濡れて約 330Ω 以下となっていたと推定され、この状態で溶接棒が左手に触れた瞬間、二次側の出力電圧が 80 V となり、 250 mA 程度以上の電流が体内を流れたために死亡したものと考えられる。

なお、アーク溶接作業に従事する作業者は特別教育を受けることが労働安全衛生法で義務づけられているが、被災者はこれを受けておらず、アーク溶接の危険性、電防装置の特性について十分な知識を有していなかったことも本件災害の発生要因の一つと考えられる。

3) 災害防止対策

災害要因を踏まえて次の対策が必要となる。

- ① 電防装置は、溶接作業場所の環境条件等に応じて、低抵抗始動形(外付け形では 2Ω

未満、内蔵形では 3 Ω未満)のものと高抵抗始動形(外付け形では 2 Ω～260 Ω、内蔵形では 3 Ω～260 Ω)のものとを使い分けること。このような屋外で雨天の作業の場合には、低抵抗始動形の電防装置を用いること。

- ② 降雨、雷の発生等の環境変化にも配慮した作業標準を作成するとともに、作業標準に基づいた的確な指示が行えるよう安全管理体制を整備すること。
- ③ 交流アーク溶接作業において、作業場所の移動等のため体勢を変えるときは、溶接棒を溶接棒ホルダーから外すこと。
- ④ 作業者に感電の危険性や安全な作業方法等の知識を付与するため、特別教育をはじめ必要な教育を行うこと。

4. まとめ

人体が 100 V の充電部に触れると、200 ミリアンペア(mA)の電流が流れる可能性がある。人体は 200 mA の電流が 0.5 秒流れるだけで死亡する可能性がある。

感電の基礎や、その防止に関する対策^[2]や関係法令等を電気の専門家以外の方々にも知って頂くことを目的として、本資料を作成した。本資料では、基礎的な感電の危険性や代表的な防止対策機器の紹介、過去 30 年間の死亡災害の統計、労働安全衛生法や労働安全衛生規則等の条文(付録に添付)の紹介、代表的な災害事例の紹介とその対策等を整理した。

感電の基礎を理解した上で現場のリスクアセスメントを実施し、法令等に基づいて適切な保護具・防具・防護具等を忘れずに着用して、作業手順書に基づいて作業することが感電災害の防止に重要である。

謝辞

本資料の作成にあたり、産業安全年鑑や安全衛生年鑑の災害件数の電子化や各種資料の提供、討論頂いた中田健司氏(テンパール工業)に御礼申し上げます。本資料の作成にあたり各種資料を提供して頂いた本山建雄氏(産業安全技術協会)に御礼申し上げます。貴重なコメント等を頂いた奥村克夫名誉教授(芝浦工業大学)、小林幹教授(工学院大学)、下川英男氏(電気設備学会)、谷口和彦氏(きんでん京都研究所)に御礼申し上げます。本資料の作成にあたり、学会誌で感電災害の防止に関する特集号を発行して頂いた社団法人電気設備学会に感謝申し上げます。

参考文献

- [1] 田中隆二、市川健二：『電撃危険性と危険限界』、第 1 章電撃現象と電撃危険因子、労働省産業安全研究所安全資料、RIIS-SD-70-1 (1971)、pp. 1-2.
- [2] 市川健二：『感電災害の特徴と傾向』、電気と工事 12 月号別冊“災害防止のための現場

- 安全読本”，第1章感電災害防止（2006），オーム社，pp. 5-8, 23.
- [3] 市川紀充：「感電災害とその動向」，電気設備学会誌，Vol. 28, No. 2 (2008)，pp. 119-122.
- [4] IEC 60479-1, Effects of current on human beings and livestock, Part 1: General aspects, third ed. (1994), pp. 19-23, 41-53.
- [5] 労務行政研究所：『平成18年度版労働安全衛生関係法令集』（2006），労務行政，pp. 49, 453-462.
- [6] 電気設備技術基準研究会：『電気設備技術基準・解釈早わかり平成17年改訂版』（2005），オーム社，pp. 7-45.
- [7] 需要設備専門部会：『内線規程』（2005），日本電気協会，p. 3-4.
- [8] 中央労働災害防止協会：『新版低圧電気取扱安全必携－特別教育用テキスト』，第1編低圧の電気に関する基礎知識，第3編低圧用の安全作業用具に関する基礎知識（2007），中災防，pp. 7, 10-11, 16, 39-40, 51-55.
- [9] 荒木庸夫：『アース実践ハンドブック』（2005），三松社，pp. 131-132.
- [10] 厚生労働省安全衛生部安全課：『新版高圧・特別高圧電気取扱者安全必携－特別教育用テキスト』，第1章電気の危険性，第3章高圧または特別高圧用の安全作業用具に関する基礎知識（2004）中災防，pp. 18-19, 147.
- [11] 市川紀充：「放電・静電気によるEMI障害とそのEMC対策に関する研究」，芝浦工業大学博士学位論文（2008），p. 1.
- [12] 河野照哉：『新版高電圧工学』，第2章気体の放電（1998），朝倉書店，pp. 27, 31-32.
- [13] 市川紀充，富田一，中田健司：「感電死亡者数の推定」，電気学会全国大会（2007），p. 391.
- [14] 松岡樹生：「停電作業における検電器の使用方法」，電気設備学会誌，Vol. 28, No. 2（2008），pp. 131-135.
- [15] 中田健司：「漏電遮断器の原理と変遷」，電気設備学会誌，Vol. 28, No. 2（2008），pp. 141-144.
- [16] 送電線建設技術研究会関東支部：送電線工事誘導災害防止対策手引書，現場技術部会技術資料，No. 2（1986），pp. 32-39.
- [17] 送電線建設技術研究会：送電線充電部接近作業安全対策検討報告書，送電線建設技術研究会技術委員会，TLT-28（2002），pp. 78-86.
- [18] 中央労働災害防止協会：『産業安全年鑑昭和50年版』（1975）から『産業安全年鑑59年版』（1984）まで.
- [19] 中央労働災害防止協会：『安全衛生年鑑昭和60年版』（1985）から『安全衛生年鑑平成16年版』（2004）まで.
- [20] 畠中信夫：『労働安全衛生法のはなし』，第2章労働安全衛生法の意義とその形成（2006），p. 16.
- [21] 富田一：「感電災害の事例分析」，電気設備学会誌，Vol. 28, No. 2（2008），pp. 123-126.
- [22] 西野慎吾：「電気事故防止のための安全教育」，電気設備学会誌，Vol. 28, No. 2（2008），pp. 127-130.
- [23] 奥村克夫：「感電保護に求められる電気配線」，電気設備学会誌，Vol. 28, No. 2（2008），pp. 136-140.

付録 1（感電による死亡者数）

表 8 感電による死亡者数（1974 年～2007 年）

| 年 | 感電による死亡者数（人） |
|------|--------------|
| 1974 | 203 |
| 1975 | 174 |
| 1976 | 131 |
| 1977 | 137 |
| 1978 | 130 |
| 1979 | 107 |
| 1980 | 90 |
| 1981 | 79 |
| 1982 | 80 |
| 1983 | 67 |
| 1984 | 79 |
| 1985 | 55 |
| 1986 | 48 |
| 1987 | 70 |
| 1988 | 70 |
| 1989 | 44 |
| 1990 | 51 |
| 1991 | 50 |
| 1992 | 44 |
| 1993 | 31 |
| 1994 | 44 |
| 1995 | 37 |
| 1996 | 34 |
| 1997 | 37 |
| 1998 | 41 |
| 1999 | 33 |
| 2000 | 34 |
| 2001 | 30 |
| 2002 | 16 |
| 2003 | 14 |
| 2004 | 23 |
| 2005 | 28 |

| 年 | 感電による死亡者数（人） |
|------|--------------|
| 2006 | 19 |
| 2007 | 14 |

付録 2（関係法令の条文）

感電災害の防止に関連する主な内容は、労働安全衛生規則の第 5 章電気による危険の防止（第 329 条～第 354 条）に書かれている。

第 1 節 電気機械器具

【電気機械器具の囲い等】

第 329 条 事業者は、電気機械器具の充電部分（電熱器の発熱体の部分、抵抗溶接機の電極の部分等電気機械器具の使用の目的により露出することがやむを得ない充電部分を除く。）で、労働者が作業中又は通行の際に、接触（導電体を介する接触を含む。以下この章において同じ。）し、又は接近することにより感電の危険を生ずるおそれのあるものについては、感電を防止するための囲い又は絶縁覆(おお)いを設けなければならない。ただし、配電盤室、変電室等区画された場所で、事業者が第 36 条第 4 号の業務に就いている者（以下「電気取扱者」という。）以外の者の立入りを禁止したところに設置し、又は電柱上、塔上等隔離された場所で、電気取扱者以外の者が接近するおそれのないところに設置する電気機械器具については、この限りでない。

【手持型電燈等のガード】

第 330 条 事業者は、移動電線に接続する手持型の電燈、仮設の配線又は移動電線に接続する架空つり下げ電燈等には、口金に接触することによる感電の危険及び電球の破損による危険を防止するため、ガードを取り付けなければならない。

2 事業者は、前項のガードについては、次に定めるところに適合するものとしなければならない。

- 1 電球の口金の露出部分に容易に手が触れない構造のものとする事。
- 2 材料は、容易に破損又は変形をしないものとする事。

【溶接棒等のホルダー】

第 331 条 事業者は、アーク溶接等（自動溶接を除く。）の作業に使用する溶接棒等のホルダーについては、日本工業規格 C9302（溶接棒ホルダー）に定めるホルダーの規格に適合するもの又はこれと同等以上の絶縁効力及び耐熱性を有するものでなければ、使用してはならない。

【交流アーク溶接機用自動電撃防止装置】

第 332 条 事業者は、船舶の二重底若しくは最大タンクの内部、ボイラーの胴若しくはドームの内部等導電体に囲まれた場所で著しく狭あいなところ又は墜落により労働者に危険を及ぼすおそれのある高さが 2 メートル以上の場所で鉄骨等導電性の高い接地物に労働者が接触するおそれがあるところにおいて、交流アーク溶接等（自動溶接を除く。）の作業を行うときは、交流アーク溶接機用自動電撃防止装置を使用しなければならない。

【漏電による感電の防止】

第 333 条 事業者は、電動機を有する機械又は器具（以下「電動機械器具」という。）で、対地電圧が 150 ボルトをこえる移動式若しくは可搬式のもの又は水等導電性の高い液体によって湿潤している場所その他鉄板上、鉄骨上、定盤上等導電性の高い場所において使用する移動式若しくは可搬式のものについては、漏電による感電の危険を防止するため、当該電動機械器具が接続される電路に、当該電路の定格に適合し、感度が良好であり、かつ、確実に作動する感電防止用漏電しや断装置を接続しなければならない。

2 事業者は、前項に規定する措置を講ずることが困難なときは、電動機械器具の金属製外わく、電動機の金属製外被等の金属部分を、次に定めるところにより接地して使用しなければならない。

1 接地極への接続は、次のいずれかの方法によること。

イ 一心を専用の接地線とする移動電線及び一端子を専用の接地端子とする接続器具を用いて接地極に接続する方法

ロ 移動電線に添えた接地線及び当該電動機械器具の電源コンセントに近接する箇所に設けられた接地端子を用いて接地極に接続する方法

2 前号イの方法によるときは、接地線と電路に接続する電線との混用及び接地端子と電路に接続する端子との混用を防止するための措置を講ずること。

3 接地極は、十分に地中に埋設する等の方法により、確実に大地と接続すること。

【適用除外】

第 334 条 前条の規定は、次の各号のいずれかに該当する電動機械器具については、適用しない。

1 非接地方式の電路（当該電動機械器具の電源側の電路に設けた絶縁変圧器の二次電圧が 300 ボルト以下であり、かつ、当該絶縁変圧器の負荷側の電路が接地されていないものに限る。）に接続して使用する電動機械器具

2 絶縁台の上で使用する電動機械器具

3 電気用品安全法（昭和 36 年法律第 234 号）第 2 条第 2 項の特定電気用品であって、同法第 10 条第 1 項の表示が付された二重絶縁構造の電動機械器具

【電気機械器具の操作部分の照度】

第 335 条 事業者は、電気機械器具の操作の際に、感電の危険又は誤操作による危険を防止するため、当該電気機械器具の操作部分について必要な照度を保持しなければならない。

第 2 節 配線及び移動電線

【配線等の絶縁被覆】

第 336 条 事業者は、労働者が作業中又は通行の際に接触し、又は接触するおそれのある配線で、絶縁被覆を有するもの（第 36 条第 4 号の業務において電気取扱者のみが接触し、又は接触するおそれがあるものを除く。）又は移動電線については、絶縁被覆が損傷し、又

は老化していることにより、感電の危険が生ずることを防止する措置を講じなければならない。

【移動電線等の被覆又は外装】

第 337 条 事業者は、水その他導電性の高い液体によって湿潤している場所において使用する移動電線又はこれに附属する接続器具で、労働者が作業中又は通行の際に接触するおそれのあるものについては、当該移動電線又は接続器具の被覆又は外装が当該導電性の高い液体に対して絶縁効力を有するものでなければ、使用してはならない。

【仮設の配線等】

第 338 条 事業者は、仮設の配線又は移動電線を通路面において使用してはならない。ただし、当該配線又は移動電線の上を車両その他の物が通過すること等による絶縁被覆の損傷のおそれのない状態で使用するときは、この限りでない。

第 3 節 停電作業

【停電作業を行なう場合の措置】

第 339 条 事業者は、電路を開路して、当該電路又はその支持物の敷設、点検、修理、塗装等の電気工事の作業を行なうときは、当該電路を開路した後に、当該電路について、次に定める措置を講じなければならない。当該電路に近接する電路若しくはその支持物の敷設、点検、修理、塗装等の電気工事の作業又は当該電路に近接する工作物（電路の支持物を除く。以下この章において同じ。）の建設、解体、点検、修理、塗装等の作業を行なう場合も同様とする。

1 開路に用いた開閉器に、作業中、施錠し、若しくは通電禁止に関する所要事項を表示し、又は監視人を置くこと。

2 開路した電路が電力ケーブル、電力コンデンサ等を有する電路で、残留電荷による危険を生ずるおそれのあるものについては、安全な方法により当該残留電荷を確実に放電させること。

3 開路した電路が高圧又は特別高圧であったものについては、検電器具により停電を確認し、かつ、誤通電、他の電路との混触又は他の電路からの誘導による感電の危険を防止するため、短絡接地器具を用いて確実に短絡接地すること。

2 事業者は、前項の作業中又は作業を終了した場合において、開路した電路に通電しようとするときは、あらかじめ、当該作業に従事する労働者について感電の危険が生ずるおそれのないこと及び短絡接地器具を取りはずしたことを確認した後でなければ、行なってはならない。

【断路器等の開路】

第 340 条 事業者は、高圧又は特別高圧の電路の断路器、線路開閉器等の開閉器で、負荷電流をしゃ断するためのものでないものを開路するときは、当該開閉器の誤操作を防止するため、当該電路が無負荷であることを示すためのパイロットランプ、当該電路の系統を

判別するためのタブレット等により、当該操作を行なう労働者に当該電路が無負荷であることを確認させなければならない。ただし、当該開閉器に、当該電路が無負荷でなければ開路することができない緊錠装置を設けるときは、この限りでない。

第4節 活線作業および活線近接作業

【高圧活線作業】

第341条 事業者は、高圧の充電電路の点検、修理等当該充電電路を取り扱う作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者について感電の危険が生ずるおそれのあるときは、次の各号のいずれかに該当する措置を講じなければならない。

1 労働者に絶縁用保護具を着用させ、かつ、当該充電電路のうち労働者が現に取り扱っている部分以外の部分が、接触し、又は接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるものに絶縁用防具を装着すること。

2 労働者に活線作業用器具を使用させること。

3 労働者に活線作業用装置を使用させること。この場合には、労働者が現に取り扱っている充電電路と電位を異にする物に、労働者の身体又は労働者が現に取り扱っている金属製の工具、材料等の導電体（以下「身体等」という。）が接触し、又は接近することによる感電の危険を生じさせてはならない。

2 労働者は、前項の作業において、絶縁用保護具の着用、絶縁用防具の装着又は活線作業用器具若しくは活線作業用装置の使用を事業者から命じられたときは、これを、着用し、装着し、又は使用しなければならない。

【高圧活線近接作業】

第342条 事業者は、電路又はその支持物の敷設、点検、修理、塗装等の電気工事の作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者が高圧の充電電路に接触し、又は、当該充電電路に対して頭上距離が30センチメートル以内又は軀(く)側距離若しくは足下距離が60センチメートル以内に接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、当該充電電路に絶縁用防具を装着しなければならない。ただし、当該作業に従事する労働者に絶縁用保護具を着用させて作業を行なう場合において、当該絶縁用保護具を着用する身体の部分以外の部分が当該充電電路に接触し、又は接近することにより感電の危険が生ずるおそれのないときは、この限りでない。

2 労働者は、前項の作業において、絶縁用防具の装着又は絶縁用保護具の着用を事業者から命じられたときは、これを装着し、又は着用しなければならない。

【絶縁用防具の装着等】

第343条 事業者は、前2条の場合において、絶縁用防具の装着又は取りはずしの作業を労働者に行なわせるときは、当該作業に従事する労働者に、絶縁用保護具を着用させ、又は活線作業用器具若しくは活線作業用装置を使用させなければならない。

2 労働者は、前項の作業において、絶縁用保護具の着用又は活線作業用器具若しくは活線作業用装置の使用を事業者から命じられたときには、これを着用し、又は使用しなけれ

ばならない。

【特別高圧活線作業】

第 344 条 事業者は、特別高圧の充電電路又はその支持がいしの点検、修理、清掃等の電気工事の作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者について感電の危険が生ずるおそれのあるときは、次の各号のいずれかに該当する措置を講じなければならない。

1 労働者に活線作業用器具を使用させること。この場合には、身体等について、次の表の上欄に掲げる充電電路の使用電圧に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる充電電路に対する接近限界距離を保たせなければならない。(表 9)

表 9 充電電路の使用電圧と接近限界距離

| 充電電路の使用電圧 V_1 (kV) | 充電電路に対する接近限界距離 (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 |

2 労働者に活線作業用装置を使用させること。この場合には、労働者が現に取り扱っている充電電路若しくはその支持がいしと電位を異にする物に身体等が接触し、又は接近することによる感電の危険を生じさせてはならない。

2 労働者は、前項の作業において、活線作業用器具又は活線作業用装置の使用を事業者から命じられたときは、これを使用しなければならない。

【特別高圧活線近接作業】

第 345 条 事業者は、電路又はその支持物（特別高圧の充電電路の支持がいしを除く。）の点検、修理、塗装、清掃等の電気工事の作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者が特別高圧の充電電路に接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、次の各号のいずれかに該当する措置を講じなければならない。

1 労働者に活線作業用装置を使用させること。

2 身体等について、前条第 1 項第 1 号に定める充電電路に対する接近限界距離を保たせなければならないこと。この場合には、当該充電電路に対する接近限界距離を保つ見やすい箇所に標識等を設け、又は監視人を置き作業を監視させること。

2 労働者は、前項の作業において、活線作業用装置の使用を事業者から命じられたときは、これを使用しなければならない。

【低圧活線作業】

第 346 条 事業者は、低圧の充電電路の点検、修理等当該充電電路を取り扱う作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者について感電の危険が生ずるおそれのあるときは、当該労働者に絶縁用保護具を着用させ、又は活線作業用器具を使用させなければならない。

2 労働者は、前項の作業において、絶縁用保護具の着用又は活線作業用器具の使用を事業者から命じられたときは、これを着用し、又は使用しなければならない。

【低圧活線近接作業】

第 347 条 事業者は、低圧の充電電路に近接する場所で電路又はその支持物の敷設、点検、修理、塗装等の電気工事の作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者が当該充電電路に接触することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、当該充電電路に絶縁用防具を装着しなければならない。ただし、当該作業に従事する労働者に絶縁用保護具を着用させて作業を行なう場合において、当該絶縁用保護具を着用する身体の部分以外の部分が、当該充電電路に接触するおそれのないときは、この限りでない。

2 事業者は、前項の場合において、絶縁用防具の装着又は取りはずしの作業を労働者に行なわせるときは、当該作業に従事する労働者に、絶縁用保護具を着用させ、又は活線作業用器具を使用させなければならない。

3 労働者は、前 2 項の作業において、絶縁用防具の装着、絶縁用保護具の着用又は活線作業用器具の使用を事業者から命じられたときは、これを装着し、着用し、又は使用しなければならない。

【絶縁用保護具等】

第 348 条 事業者は、次の各号に掲げる絶縁用保護具等については、それぞれの使用の目的に適応する種別、材質及び寸法のものを使用しなければならない。

- 1 第 341 条から第 343 条までの絶縁用保護具
- 2 第 341 条及び第 342 条の絶縁用防具
- 3 第 341 条及び第 343 条から第 345 条までの活線作業用装置
- 4 第 341 条、第 343 条及び第 344 条の活線作業用器具
- 5 第 346 条及び第 347 条の絶縁用保護具及び活線作業用器具並びに第 347 条の絶縁用防具

2 事業者は、前項第五号に掲げる絶縁用保護具、活線作業用器具及び絶縁用防具で、直流で 750 ボルト以下又は交流で 300 ボルト以下の充電電路に対して用いられるものにあつては、当該充電電路の電圧に応じた絶縁効力を有するものを使用しなければならない。

【工作物の建設等の作業を行なう場合の感電の防止】

第 349 条 事業者は、架空電線又は電気機械器具の充電電路に近接する場所で、工作物の

建設、解体、点検、修理、塗装等の作業若しくはこれらに附帯する作業又はくい打機、くい抜機、移動式クレーン等を使用する作業を行なう場合において、当該作業に従事する労働者が作業中又は通行の際に、当該充電電路に身体等が接触し、又は接近することにより感電の危険が生ずるおそれのあるときは、次の各号のいずれかに該当する措置を講じなければならない。

- 1 当該充電電路を移設すること。
- 2 感電の危険を防止するための囲いを設けること。
- 3 当該充電電路に絶縁用防護具を装着すること。
- 4 前3号に該当する措置を講ずることが著しく困難なときは、監視人を置き、作業を監視させること。

第5節 管理

【電気工事の作業を行なう場合の作業指揮等】

第350条 事業者は、第339条、第341条第1項、第342条第1項、第344条第1項又は第345条第1項の作業を行なうときは、当該作業に従事する労働者に対し、作業を行なう期間、作業の内容並びに取り扱う電路及びこれに近接する電路の系統について周知させ、かつ、作業の指揮者を定めて、その者に次の事項を行なわせなければならない。

- 1 労働者にあらかじめ作業の方法及び順序を周知させ、かつ、作業を直接指揮すること。
- 2 第345条第1項の作業を同項第2号の措置を講じて行なうときは、標識等の設置又は監視人の配置の状態を確認した後に作業の着手を指示すること。
- 3 電路を開路して作業を行なうときは、当該電路の停電の状態及び開路に用いた開閉器の施錠、通電禁止に関する所要事項の表示又は監視人の配置の状態並びに電路を開路した後における短絡接地器具の取付けの状態を確認した後に作業の着手を指示すること。

【絶縁用保護具等の定期自主検査】

第351条 事業者は、第348条第1項各号に掲げる絶縁用保護具等（同項第5号に掲げるものにあつては、交流で300ボルトを超える低圧の充電電路に対して用いられるものに限る。以下この条において同じ。）については、6月以内ごとに1回、定期的に、その絶縁性能について自主検査を行わなければならない。ただし、6月を超える期間使用しない絶縁用保護具等の当該使用しない期間においては、この限りでない。

- 2 事業者は、前項ただし書の絶縁用保護具等については、その使用を再び開始する際に、その絶縁性能については自主検査を行わなければならない。
- 3 事業者は、第1項又は第2項の自主検査の結果、当該絶縁用保護具等に異常を認めるときは、補修その他必要な措置を講じた後でなければ、これらを使用してはならない。
- 4 事業者は、第1項又は第2項の自主検査を行ったときは、次の事項を記録し、これを3年間保存しなければならない。

- 1 検査年月日
- 2 検査方法
- 3 検査箇所

- 4 検査の結果
- 5 検査を実施した者の氏名
- 6 検査の結果に基づいて補修等の措置を講じたときは、その内容

【電気機械器具等の使用前点検等】

第 352 条 事業者は、次の表の上欄に掲げる電気機械器具等を使用するときは、その日の使用を開始する前に当該電気機械器具等の種別に応じ、それぞれ同表の下欄に掲げる点検事項について点検し、異常を認めたときは、直ちに、補修し、又は取り換えなければならない。(表 20)

表 10 電気機械器具等の種別と点検事項

| 電気機械器具等の種別 | 点検事項 |
|--------------------------------------------------|-----------------------------|
| 第 331 条の溶接棒等のホルダー | 絶縁防護部分及びホルダー用ケーブルの接続部の損傷の有無 |
| 第 332 条の交流アーク溶接機用自動電撃防止装置 | 作動状態 |
| 第 333 条第 1 項の感電防止用漏電しゃ断装置 | |
| 第 333 条の電導機械器具で、同条第 2 項に定める方法により接地をしたもの | 接地線の切断、接地極の浮き上がり等の異常の有無 |
| 第 337 条の移動電線及びこれに附属する接続器具 | 被覆又は外装の損傷の有無 |
| 第 339 条第 1 項第 3 号の検電器具 | 検電性能 |
| 第 339 条第 1 項第 3 号の短絡接地器具 | 取付金具及び接地導体の損傷の有無 |
| 第 341 条から第 343 条までの絶縁用保護具 | ひび、割れ、破れその他の損傷の有無及び乾燥状態 |
| 第 341 条及び第 342 条の絶縁用防具 | |
| 第 341 条、第 343 条及び第 344 条の活線作業用器具 | |
| 第 346 条及び第 347 条の絶縁用保護具及び活線作業用器具並びに第 347 条の絶縁用防具 | |
| 第 346 条及び第 347 条の絶縁用保護具及び活線作業用器具並びに第 347 条の絶縁用防具 | |
| 第 349 条第 3 号及び第 570 条第 1 項第 6 号の絶縁用防護具 | |

【電気機械器具の囲い等の点検等】

第 353 条 事業者は、第 329 条の囲い及び絶縁覆(おお)いについて、毎月 1 回以上、その損傷の有無を点検し、異常を認めたときは、直ちに補修しなければならない。

第 6 節 雑則

【適用除外】

第 354 条 この章の規定は、電気機械器具、配線又は移動電線で、対地電圧が 50 ボルト以下であるものについては、適用しない。

付録 3 (代表的な業種別の定義)

日本標準産業分類で定められた分類の内、本稿で取り上げた代表的な業種（建設業、電気工事業、電気業、製造業）の定義を以下に紹介する。この定義は、財団法人全国統計協会連合会が発行している総務省政策統括官（統計基準担当）編集の「日本標準産業分類（平成 19 年 11 月改定）」から抜粋している。

1. 建設業の定義（「日本標準産業分類」の 204 頁，205 頁から抜粋）

この大分類には、主として注文又は自己建設によって建設工事を施工する事業所が分類される。

ただし、主として自己建設で維持補修工事を施工する事業所及び建設工事の企画、調査、測量、設計、監督等を行う事業所は含まれない。

建設工事

建設工事とは、現場において行われる次の工事をいう。

- (1) 建築物、土木施設その他土地に継続的に接着する工作物及びそれらに附帯する設備を新設、改造、修繕、解体、除却若しくは移設すること。
- (2) 土地、航路、流路などを改良若しくは造成すること。
- (3) 機械装置をすえ付け、解体若しくは移設すること。

事業所

建設業の事業所は、本店（個人経営などで本店のような事務所を持たない場合は事業主の住居）、支店又はその他の事務所で常時建設工事の請負契約を締結する事務所あるいは建設工事の現場を管理する事務所とする。

なお、建設工事の行われている現場は事業所とせず、その現場を管理する事務所に含めて一事業所とする。

建設業と他産業との関係

- (1) 建設材料，その他の製品を生産又は販売する事業所が，自己の生産品又は販売品を用いる建設工事（機械装置のすえ付け，解体，移設工事を除く）を併せ営む場合には，主な業務により製造業，卸売業又は建設業に分類される。
- (2) 金属，非金属，石炭，石油，天然ガスなどの鉱物を採取するための試掘，坑道掘さく，さく井，排土作業を主として請負う事業所は大分類 C－鉱業，採石業，砂利採取業に分類される。
- (3) 土地，建物などの不動産の賃貸業，代理業，仲介業，建物建売業（自ら労働者を雇用して建物を建設し，それを分譲する事業所を除く），土地分譲業（自ら労働者を雇用して，土地造成を行い，それを分譲する事業所を除く）は大分類 K－不動産業，物品賃貸業に分類される。
- (4) 主として試すい（錐）（鉱山用を除く），測量又は建設工事のコンサルタント，設計，監理を行う事業所は大分類 L－学術研究，専門・技術サービス業に分類される。
- (5) 国，地方公共団体等の工事事務所，土木事務所の類は，主として建設工事を自己建設（維持補修を除く）で行うもの以外は大分類 L－学術研究，専門・技術サービス業に分類される。
- (6) 石油精製，化学，製鉄，発電等のプラントを対象として，企画，設計，調達，施工，施工管理を一括して請負い，これらのサービスを提供する事業所は大分類 L－学術研究，専門・技術サービス業に分類される。

2. 電気工事業（215 頁，216 頁から抜粋）

一般電気工事業

主として送電線・配電線工事（地中線工事含む），電気鉄道，トロリーカー，ケーブルカー一等の電線路工事，海底電線路配線工事，しゅんせつ船電路工事，その他これらに類する工事並びに水力発電所，火力発電所の電気設備工事，変電所変電設備工事，開閉所設備工事，変流所設備工事，船内電気設備工事，電気医療装置設備工事等の設備工事をすべて又はいずれかを施工する事業所をいう。

○送配電電線路工事業；電気設備工事業

電気配線工事業

主として建築物，建造物の屋内，屋側及びその構内外の電灯照明，電力，同機器の配線工事，一般工場，事業場，会社，商店，住宅その他電灯照明電力機器の配線工事，屋外照明，アーケード，道路照明等の照明設備配線工事，一般電気使用施設の自家用受変電設備工事，配線工事，空港等の配線工事又はネオン広告塔，電気サイン広告塔，ネオン看板，電気看板等の設備並びに配線工事のすべて又はいずれかを施工する事業場をいう。

○電気配線工事業；ネオン装置工事業；船内配線業

×電気機械器具小売業；電気機械器具卸売業；屋外広告業（総合的なサービスを提供するもの）

3. 電気業（401 頁， 402 頁から抜粋）

この中分類には，一般の需要に応じ電気を供給する事業所又はその事業所に電気を供給する事業所が分類される。

自家用発電の事業所も本分類に含まれる。

管理，補助的経済活動を行う事業所（33 電気業）

主として管理事務を行う本社等

主として電気業の事業所を統括する本社等として，自企業の経営を推進するための組織全体の管理統括業務，人事・人材育成，総務，財務・経理，法務，知的財産管理，企画，広報・宣伝，調査・研究開発，生産・プロジェクト管理，不動産管理，情報システム管理，保有資機材の管理，仕入・原材料購入，役務・資材調達等の現業以外の業務を行う事業所をいう。

○電気事業会社本社・同支店・同支社；給電司令所；公営企業電気局（部）

その他の管理，補助的経済活動を行う事業所

主として電気業における活動を推進するため，同一企業の他事業所において，輸送，清掃，修理・整備，保安等の支援業務を行う事業所をいう。

○電気事業会社営業所；サービスセンター；自家用車庫；自家用修理工場；自家用補修所；自家用倉庫

×電気保安協会

電気業

発電所

発電機，原動力設備，その他の電気工作物を設置して電気を発生する事業所をいう。

○水力発電所；火力発電所；原子力発電所；ガスタービン発電所；地熱発電所

変電所

構外から送電される電気を更に構外に送電又は配電するために，構内に設置した変圧器，水銀整流器，シリコン整流器，その他の機械器具により変成する事業所をいう。

○変電所

4. 製造業（219 頁～221 頁から抜粋）

この大分類には，有機又は無機の物質に物理的，化学的变化を加えて新たな製品を製造し，これを卸売する事業所が分類される。

製造業

製造業とは，主として次の業務を行う事業所をいう。

(1) 新たな製品の製造加工を行う事業所であること。

したがって、単に製品を選別するとか、包装の作業を行う事業所は製造業としない。

なお、完成された部分品を組み立てるだけの作業（組立作業）を行う事業所は製造業に分類される。

ただし、土地に定着する工作物については、組立作業であっても製造業としない。また、修理と呼ばれる行為のなかには、製造行為とみなされるものがあり、そのような事業所は製造業に分類される。

すなわち、船舶の修理、鉄道車両の修理又は改造（自家用を除く）、航空機及び航空機用原動機のオーバーホール並びに金属工作機械又は金属加工機械をすえ付け、多種多様の機械及び部分品の製造加工と修理を行う事業所である。

(2) 新たな製品を主として卸売する事業所であること。

ここでいう卸売とは次の業務をいう。

(ア) 卸売業者又は小売業者に販売すること。

(イ) 産業用使用者（工場、鉱業所、建設業者、法人組織の農林水産者、各種会社、官公庁、学校、病院、ホテルなど）に大量又は多額に製品を販売すること。

(ウ) 主として業務用に使用される商品{事務用機械及び家具、病院、美容院、レストラン、ホテルなどの設備、産業用機械（農業用器具を除く）、建設材料（木材、セメント、板ガラス、かわらなど）など}を販売すること。

(エ) 同一企業に属する他の事業所（同一企業の他の工場、販売所など）に製品を引き渡すこと。

(オ) 自ら製造したものを店舗によらず個人へ販売すること。

上記(1)及び(2)の条件を備えた事業所が製造業となる。

したがって、いわゆる製造小売業は製造業としない。

事業所

製造業の事業所は一般に工場、作業所などと呼ばれるものである。

いわゆる家内工業においては、住居を作業場とする場合も多いが、この作業場で製造加工を主として行っている場合には本分類に含まれ、事業主の住居が分類を適用する場合の事業所となる。

また、主として管理事務を行う本社、本店などは、管理する全事業所を通じての主要な経済活動に基づき、その経済活動が分類されるべき分類項目の属する中分類に設けられている小分類「管理、補助的経済活動を行う事業所」の該当項目に分類し、別の場所にある自己製品の販売事業所は大分類 I-卸売業、小売業に分類される。

製造業と他産業との関係

(1) 農林漁業との関係

(ア) 農家、漁家が同一構内（屋敷内）で製造活動を行っている場合、主として自家栽培又は取得した原材料を使用して製造加工を行っている場合は大分類 A-農業、林業又は大分類 B-漁業に分類される。

ただし、同一構内に工場、作業所とみられるものがあり、その製造活動に専従の

常用従業者がいるときは製造業に分類される。

- (イ) 漁船内において行う製造加工は製造業とせず、大分類 B-漁業に分類される。
- (ウ) 木炭の製造、立木からの素材生産、採木現場に移動して行う製材、採取現場における粗製しょう腦の製造は製造業とせず、大分類 A-農業、林業に分類される。

(2) 情報通信業との関係

- (ア) 新聞社・出版社に属する事業所であって、印刷のみを行っているものは製造業に分類される。

ただし、新聞社・出版社で自ら印刷を行う場合であっても、主として発行、出版の業務を行っている事業所は製造業としない。

- (イ) 情報を記録した物を大量に複製・製造する場合は製造業とする。

ただし、マスターテープなど原盤を製作する場合は製造業としない。

(3) 卸売業、小売業との関係

- (ア) 農林水産物の出荷のために選別、調整、洗浄、包装などを行うものは製造業としない。

- (イ) 主として製造した商品在那个場所で個人又は家庭用消費者に販売するいわゆる製造小売業は製造業とせず、小売業に分類される。

- (ウ) 自らは製造業を行わないで、自己の所有に属する原材料を下請工場などに支給して製品をつくらせ、これを自己の名称で販売する製造問屋は製造業とせず、大分類 I-卸売業、小売業に分類される。

(4) サービス業（他に分類されないもの）との関係

- (ア) 修理業

修理を専業としている事業所は製造業とせず、修理業に分類される。また、修理のために同一事業所で補修品を製造している場合も修理業とする。

ただし、船舶の修理、鉄道車両の修理又は改造（自家用を除く）、航空機及び航空機用原動機のオーバーホールを行う事業所は、過去 1 年間に製造行為を行っていなくても製造業とする。

また、機械修理工場といわれるものであっても金属工作機械又は金属加工機械をすえ付け、多種多様な機械及び部分品の製造加工と修理とを行っている場合は製造業とする。

これらは、その工場設備からみても製造能力がなければできないことから、特例として製造業とする。

- (イ) 賃加工業

他の業者の所有に属する原材料に加工処理を加えて加工賃を受け取る賃加工業も製造業に分類される。

ただし、直接個々の家庭消費者からの委託による賃加工業は製造業としない。

- (ウ) と畜場

と畜場は大分類 R-サービス業（他に分類されないもの）に分類される。

ただし、肉製品製造のために一貫作業として、と殺を行うものは製造業とする。

付録 4（絶縁用保護具等の規格）

制定：1972 年（昭和 47 年）12 月 4 日労働省告示第 144 号，

改正：1975 年（昭和 50 年）3 月 29 日労働省告示第 33 号．

労働安全衛生法（1972 年（昭和 47 年）法律第 57 号）第 42 条の規定に基づき，絶縁用保護具等の規格を次のように定め，1973 年（昭和 48 年）1 月 1 日から適用する．

絶縁用保護具等の性能に関する規程（1961 年（昭和 36 年）労働省告示第 8 号）は，廃止する．

【絶縁用保護具の構造】

第 1 条 絶縁用保護具は，着用したときに容易にずれ，又は脱落しない構造のものでなければならない．

【絶縁用保護具の強度等】

第 2 条 絶縁用保護具は，使用の目的に適合した強度を有し，かつ，品質が均一で，傷，気ほう，巣その 他 の 欠 陥 の な い も の で な け れ ば な ら な い ．

【絶縁用保護具の耐電圧性能等】

第 3 条 絶縁用保護具は，常温において試験交流（50 Hz 又は 60 Hz の周波数の交流で，その波高率*8 が，1.34 から 1.48 までのものをいう．以下同じ．）による耐電圧試験を行ったときに，次の表の上欄に掲げる種別に応じ，それぞれ同表の下欄に掲げる電圧に対して 1 分間耐える性能を有するものでなければならない．（表 21）

表 11 絶縁用保護具及び絶縁用防具の使用電圧の種別と耐電圧性能

| 絶縁用保護具及び絶縁用防具の種別 | 電圧(V) |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| (交流電圧, AC) $300\text{ (V)} < V_1 \leq 600\text{ (V)}$ である電路について用いるもの | 3,000 |
| (AC) $600\text{ (V)} < V_1 \leq 3,500\text{ (V)}$ (直流電圧, DC) $750\text{ (V)} < V_1 \leq 3,500\text{ (V)}$ である電路について用いるもの | 12,000 |
| (AC と DC) $3,500\text{ (V)} < V_1 \leq 7,000\text{ (V)}$ である電路について用いるもの | 20,000 |

2 前項の耐電圧試験は，次の各号のいずれかに掲げる方法により行うものとする．

1 当該試験を行おうとする絶縁用保護具（以下この条において「試験物」という．）を，コロナ放電又は沿面放電により試験物に破損が生じない限度まで水槽(そう)に浸し，試験物

の内外の水位が同一となるようにし、その内外の水中に電極を設け、当該電極に試験交流の電圧を加える方法。

2 表面が平滑な金属板の上に試験物を置き、その上に金属板、水を十分に浸潤させた綿布等導電性の物をコロナ放電又は沿面放電により試験物に損傷が生じない限度に置き、試験物の下部の金属板及び上部の導電性の物を電極として試験交流の電圧を加える方法。

3 試験物と同一の形状の電極、水を十分に浸潤させた綿布等導電性の物を、コロナ放電又は沿面放電により試験物に損傷が生じない限度に試験物の内面及び外面に接触させ、内面に接触させた導電性の物と外面に接触させた導電性の物とを電極として試験交流の電圧を加える方法。

【絶縁用防具の構造】

第 4 条 絶縁用防具の構造は、次の各号に定めるところに適合するものでなければならない。

- 1 防護部分に露出箇所が生じないものであること。
- 2 防護部分からずれ、又は離脱しないものであること。
- 3 相互に連結して使用するものにあつては、容易に連結することができ、かつ、振動、衝撃等により連結部分から容易にずれ、又は離脱しないものであること。

【絶縁用防具の強度等及び耐電圧性能等】

第 5 条 第 2 条及び第 3 条の規定は、絶縁用防具について準用する。

【活線作業用装置の絶縁かご等】

第 6 条 活線作業用装置に用いられる絶縁かご及び絶縁台は、次の各号に定めるところに適合するものでなければならない。

- 1 最大積載荷重をかけた場合において、安定した構造を有するものであること。
- 2 高さが 2 メートル以上の箇所で用いられるものにあつては、囲い、手すりその他の墜落による労働者の危険を防止するための設備を有するものであること。

【活線作業用装置の耐電圧性能等】

第 7 条 活線作業用装置は、常温において試験を行なつたときに、当該装置の使用の対象となる電路の電圧の 2 倍に相当する試験交流の電圧に対して五分間耐える性能を有するものでなければならない。

2 前項の耐電圧試験は、当該試験を行なおうとする活線作業用装置（以下この条において「試験物」という。）が活線作業用の保守車又は作業台である場合には活線作業に従事する者が乗る部分と大地との間を絶縁する絶縁物の両端に、試験物が活線作業用のはしごである場合にはその両端の踏さんに、金属箔(はく)その他導電性の物を密着させ、当該導電性の物を電極とし、当該電極に試験交流の電圧を加える方法により行なうものとする。

3 第 1 項の活線作業用装置のうち、特別高圧の電路について使用する活線作業用の保守車又は作業台については、同項に規定するもののほか、次の式により計算したその漏えい電流の実効値が 0.5 mA をこえないものでなければならない。

$$I=50 \times I_x / F_x$$

この式において、 I 、 I_x 及び F_x は、それぞれ第一項の試験交流の電圧に至った場合における次の数値を表わすものとする。 I は計算した漏えい電流の実効値 (mA)、 I_x は実測した漏えい電流の実効値 (mA)、 F_x は試験交流の周波数 (Hz)。

【活線作業用器具の絶縁棒】

第 8 条 活線作業用器具は、次の各号に定めるところに適合する絶縁棒（絶縁材料で作られた棒状の部分をいう。）を有するものでなければならない。

- 1 使用の目的に適応した強度を有するものであること。
- 2 品質が均一的で、傷、気ほう、ひび、割れその他の欠陥がないものであること。
- 3 容易に変質し、又は耐電圧性能が低下しないものであること。
- 4 握り部（活線作業に従事する者が作業の際に手でつかむ部分をいう。以下同じ。）と握り部以外の部分との区分が明らかであるものであること。

【活線作業用器具の耐電圧性能等】

第 9 条 活線作業用器具は、常温において試験交流による耐電圧試験を行つたときに、当該器具の頭部の金物と握り部のうち頭部寄りの部分との間の絶縁部分が、当該器具の使用の対象となる電路の電圧の 2 倍に相当する試験交流の電圧に対して、5 分間（活線作業用器具のうち、不良がいし検出器その他電路の支持物の絶縁状態を点検するための器具については、1 分間）耐える性能を有するものでなければならない。

2 前項の耐電圧試験は、当該試験を行おうとする活線作業用器具について、握り部のうち頭部寄りの部分に金属箔(はく)その他の導電性の物を密着させ、当該導電性の物と頭部の金物とを電極として試験交流の電圧を加える方法により行うものとする。

【表示】

第 10 条 絶縁用保護具、絶縁用防具、活線作業用装置及び活線作業用器具は、見やすい箇所、次の事項が表示されているものでなければならない。

- 1 製造者名
- 2 製造年月
- 3 使用の対象となる電路の電圧

附 則

- 1 この告示は、1975 年（昭和 50 年）4 月 1 日から適用する。
- 2 1975 年（昭和 50 年）4 月 1 日前に製造され、又は輸入された絶縁用保護具、絶縁用防具、活線作業用装置及び活線作業用器具については、改正後の絶縁用保護具等の規格の規定にかかわらず、なお従前の例による。

*7：波高率とは、最大値÷実効値のことを表し、通常の交流電圧（正弦波）では最大値（141 V）÷実効値（100 V）となり、1.41 が一般的な値になる。この波高率は、正弦波以外ではその値が異なる。

付録 5（絶縁用防護具の規格）

制定：1972 年（昭和 47 年）12 月 4 日労働省告示 145 号.

労働安全衛生法（1972 年（昭和 47 年）法律第 57 号）第 42 条の規定に基づき，絶縁用防護具の規格を次のように定め，1973 年（昭和 48 年）1 月 1 日から適用する.

絶縁用防護具に関する規程（1969 年（昭和 44 年）労働省告示第 15 号）は，廃止する.

【構造】

第 1 条 絶縁用防護具の材質は，次に定めるところに適合するものでなければならない.

- 1 装着したときに，防護部分に露出箇所が生じないものであること.
- 2 防護部分から移動し，又は離脱しないものであること.
- 3 線カバー状のものにあつては，相互に容易に連結することができ，かつ，振動，衝撃等により連結部分から容易に離脱しないものであること.
- 4 がいしカバー状のものにあつては，線カバー状のものと容易に連結することができるものであること.

【材質】

第 2 条 絶縁用防護具の材質は，次に定めるところに適合するものでなければならない.

- 1 厚さが 2 mm 以上であること.
- 2 品質が均一であり，かつ，容易に変質し，又は燃焼しないものであること.

【耐電圧性能】

第 3 条 絶縁用防護具は，常温において試験交流（周波数が 50 Hz 又は 60 Hz の交流で，その波高率が 1.34 から 1.48 までのものをいう．以下同じ．）による耐電圧試験を行なつたときに，次の表の上欄に掲げる種別に応じ，それぞれ同表の下欄に掲げる電圧に対して 1 分間耐える性能を有するものでなければならない．（表 22）

表 12 絶縁用防護具の使用電圧の種別と耐電圧性能

| 絶縁用防護具の種別 | 試験交流の電圧(V) |
|----------------|------------|
| 低圧の電路について用いるもの | 1,500 |
| 高圧の電路について用いるもの | 15,000 |

2 高圧の電路について用いる絶縁用防護具のうち線カバー状のものにあつては，前項に定めるもののほか，日本工業規格 C 0920（電気機械器具および配線材料の防水試験通則）に定める防雨形の散水試験の例により散水した直後の状態で，試験交流による耐電圧試験を行なつたときに，10,000 V の試験交流の電圧に対して，常温において 1 分間耐える性能

を有するものでなければならない。

【耐電圧試験】

第4条 前条の耐電圧試験は、次に定める方法により行なうものとする。

1 線カバー状又はがいしカバー状の絶縁用防護具にあつては、当該絶縁用防護具と同一の形状の電極、水を十分に浸潤させた綿布等導電性の物を、コロナ放電又は沿面放電が生じない限度に当該絶縁用防護具の内面及び外面に接触させ、内面及び外面に接触させた導電性の物を電極として試験交流の電圧を加える方法。

2 シート状の絶縁用防護具にあつては、表面が平滑な金属板の上に当該絶縁用防護具を置き、当該絶縁用防護具に金属板、水を十分に浸潤させた綿布等導電性の物をコロナ放電又は沿面放電が生じない限度に重ね、当該絶縁用防護具の下部の金属板及び上部の導電性の物を電極として試験交流の電圧を加える方法。

2 線カバー状の絶縁用防護具にあつては、前項第一号に定める方法による耐電圧試験は、管の全長にわたり行ない、かつ、管の連結部分については、管を連結した状態で行なうものとする。

【表示】

第5条 絶縁用防護具は、見やすい箇所に、対象とする電路の使用電圧の種別を表示したものでなければならない。

付録6（絶縁用保護具や防具等を必要とする範囲）

労働安全衛生法の第20条第1項第3号の条文の通り、電気による危険がある範囲では絶縁用保護具や絶縁用防具等を用いて災害の発生を防止する必要がある。すなわち、感電災害の起こる可能性がある作業場では電気用ゴム手袋等の絶縁用保護具を着用する必要がある。ただし、活線近接作業では、絶縁用防具を使用していても、安全面に留意して絶縁用保護具を着用した方がよい。以上をまとめると、表23のように表すことができる。表中の記号の意味は、次の通りである。記号の○は使用の義務がある、△は他の義務が守られていれば使用は任意であることを表している。表23中の各行の説明AからKは、次の通りである。

〔感電の危険が生ずるおそれがあるとき〕

A：作業者に絶縁用保護具を着用させるか、あるいは活線作業用器具を使用させる。

B, F：(事例1, 事例4) 近くに充電部があるときは、その充電部に絶縁用防具を装着する。

C, G：(事例2, 事例5) 作業者に絶縁用保護具を着用させて作業を行うときは、絶縁用保護具を着用した部位以外が充電部に接触する恐れがないと判断した場合に限り、絶縁用防具の使用は任意である。

D, H：(事例3, 事例6) 絶縁用防具の脱着を行うときは、作業者に絶縁用保護具を着用させるか、あるいは活線作業用器具を使用させる。

E：作業者に絶縁用保護具を着用させて充電部に絶縁用防具を装着させるか、あるいは活線作業用器具を用いて作業を行う。

I：(事例7) 作業者は充電部から接近限界距離（表9）以上離れ、活線作業用器具を使用させる。

J：(事例8) 活線作業用装置を使用させる。このとき、作業者が取り扱っている充電電路（充電部）またはその支持がいしと電位が異なる物体に接近あるいは接触による感電の危険を生じさせてはならない。

K：作業者に活線作業用装置を使用させるか、あるいは接近限界距離を維持するために標識を設けて監視人により接近限界距離の監視を行う必要がある。

停電作業では、次の(1)から(3)を必ず実施する。(1)電力ケーブルや電力コンデンサ等の残留電荷を数10kΩの高電圧抵抗器を直列接続した接地棒等を用いて安全に放電させる。(2)検電器具により停電を確認する。(3)短絡接地器具を用いて短絡接地する。

表 13 絶縁用保護具や絶縁用防具等の必要条件（注：絶縁用防護具は除く）

| 電圧別 | 作業 | | 絶縁用保護具 | 絶縁用防具 | 活線作業用器具等 | 行の説明 |
|-------------------------------------------------|------------------------|-----|----------------------|-------|----------------|------|
| 低圧 (AC ≤ 600 V, DC ≤ 750 V) | 活線作業 | | ○ | | or ○ | A |
| | 活線近接作業 (感電の恐れがあるとき) | 事例1 | | ○ | | B |
| | | 事例2 | ○ | △ | | C |
| | | 事例3 | 絶縁用防具の脱着時は○ | | or 絶縁用防具の脱着時は○ | D |
| 高圧 (600 V < AC ≤ 7,000 V, 750 V < DC ≤ 7,000 V) | 活線作業 | | ○ | | or ○ | E |
| | 活線近接作業 (感電の恐れがあるとき) | 事例4 | | ○ | | F |
| | | 事例5 | ○ | △ | | G |
| | | 事例6 | 絶縁用防具の脱着時は○ | | or 絶縁用防具の脱着時は○ | H |
| 特別高圧 (AC と DC > 7,000 V) | 活線作業 | 事例7 | 接近限界距離を維持する | | ○ | I |
| | | 事例8 | | | or ○ | J |
| | 活線近接作業 (感電の恐れがあるとき) | | 接近限界距離を維持する (監視人が必要) | | or ○ | K |

※事業者が作業者に絶縁用保護具や絶縁用防具等の着用や装着等を命じた場合、作業者は絶縁用保護具や絶縁用防具等を必ず使用する義務がある。この表は、労働安全衛生規則第341条～第349条の条文を参考に作成したものである。

絶縁用保護具や絶縁用防具等を使用する前にヒビ、割れ、破れ等の損傷が無いか、また乾燥状態等を確認する。絶縁用であっても濡れていては絶縁性能が極端に低下するため、雨が降ったら作業を中止する。損傷があるときは、補修または取り替える必要がある。

使用前の点検として、以下の 1)、2)を行う。

- 1) 電気用ゴム手袋や電気用長靴は、自転車の空気漏れを探す原理で水に浸けずに空気点検を行う。
- 2) 電気用ゴム袖または絶縁衣については、肉眼で点検を行う。

これらの点検により、ピンホール（穴）等がないか確認する。しかし使用前点検では確認しにくいピンホールがある。例えば、肉眼では確認できない直径 1 ナノメートル（百万分の 1 ミリメートル）程度以下のピンホールである。このサイズは、電気の間で見ると直径 1 メートル以上のピンホールと同じサイズであると例えられる。

6 ヶ月以内に 1 回のペースで定期自主点検を行う。このときの点検記録は、少なくとも 3 年間保存する必要がある。定期自主点検では数キロボルトから数十キロボルト程度の電圧を扱うため、感電に注意する必要がある。

索引

| | | | |
|----------------|---------------|--------------------|-----------------------------|
| アーク溶接..... | - 16 - | 絶縁用保護具..... | - 24 - |
| 安全装置..... | - 16 - | 絶縁用保護具・防具・防護具..... | - 22 - |
| オームの法則..... | - 40 - | 接触電圧..... | - 14 - |
| 可随電流..... | - 11 - | 通電時間..... | - 7 - |
| 活線作業用器具等..... | - 24 - | 通電電流..... | - 7 - |
| 家庭用品品質表示法..... | - 8 - | 低圧..... | - 28 - |
| カレントトランス..... | → 変流器 | 電気工事業法..... | - 8 - |
| 感知電流..... | - 11 - | 電気工事士法..... | - 8 - |
| 感電..... | - 7 - | 電気事業法..... | - 8 - |
| 計量法..... | - 8 - | 電気設備技術基準..... | - 9 - |
| 検電器..... | - 18 - | 電気用品安全法..... | - 8 - |
| 高圧..... | - 28 - | 導電性安全装備具..... | - 24 - |
| 工業標準化法..... | - 8 - | 特別高圧..... | - 28 - |
| 国際電気標準会議..... | - 8 - | 内線規程..... | - 10 - |
| 自動電撃防止装置..... | - 16 - | 裸電線..... | - 20 - |
| 充電部..... | - 7 -, - 8 - | 変流器..... | - 18 - |
| 心室細動..... | - 8 -, - 11 - | 落雷..... | - 14 - |
| 心室細動電流..... | - 11 - | 離脱電流..... | → 可随電流 |
| 人体の電気抵抗..... | - 14 - | 漏電遮断器..... | - 20 - |
| 静電誘導..... | - 20 - | 労働安全衛生規則..... | - 7 - |
| 絶縁用防具..... | - 24 - | 労働安全衛生法..... | - 7 -, - 8 -, - 9 -, - 40 - |

抄録

電気は、クリーンなエネルギーとして電気設備に使われているが、一方で感電の原因となる。後者は、電気が見えないために作業者が誤って電線等の充電部に接近・接触することが原因で起きる。

人体は、電気の信号で動いているため、その信号よりも大きな電気が流れる（電流）と、しびれを感じるようになる。そのしびれは、通常約 1 ミリアンペア以上の電流が人体を流れて流れることで発生する。例えば左手から両足を通して 50 ミリアンペアの交流電流（直流電流の場合は 150 ミリアンペア）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。

感電に起因する死亡災害（感電死亡災害）は、労働安全衛生法や労働安全衛生規則などが制定されて以降、全体的に見れば減少傾向にある。この種の死亡災害は、今後も発生すると推測される。尊い作業者の命を守るために、十分な防止対策が望まれている。

本資料は、一般の方々にも理解できるよう極力わかりやすい表現を用いた。本資料の内容を十分に理解できれば、感電死亡災害を起こす可能性を小さくすることができる。電気の利点だけでなく欠点にも着目し、今後の感電死亡災害をゼロに近づけてほしい。

SAFETY DOCUMENT
OF
THE NATIONAL INSTITUTE OF OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH

JNIOOSH – SD – NO.25 (2009)

Basic Facts about Electric Shocks and Fatal Accident Statistics
for the Last 30 Years



JNIOOSH

NATIONAL INSTITUTE OF
OCCUPATIONAL SAFETY AND HEALTH
1-4-6, Umezono, Kiyose, Tokyo 204-0024, JAPAN