

2018年に発生した感電死亡災害と防止策の検討

市川 紀 充^{*1}

作業者が電圧のかかった充電部に触れると、人体を通して電流が流れ、感電災害を引き起こすことがある。感電災害は1 mA程度の電流が人体を通して流れるとシビレを感じ、50 mA程度の電流が流れ続けると心室細動を引き起こして作業者が死亡する可能性が出てくる。この感電災害は地球上で考えると、相当多くの感電死亡災害が発生している可能性があり、日本だけでなくアメリカなど国外で発生する感電死亡災害の防止に役立てられる感電災害の防止の基礎を提供する必要がある。感電災害の防止に関する研究は、これまでに国内外で研究が行われていたが、近年発生する感電災害の調査研究はそれほど多くない。本研究では、2018年に発生した感電死亡災害の事例から、その原因と防止対策に関して検討を行い、今後発生する可能性のある感電死亡災害をゼロ件に近づけるための検討結果を報告する。本研究成果が日本だけでなく、アメリカなど国外で発生する感電死亡災害の防止に役立つことを期待したい。

キーワード：感電、感電死亡災害、防止策。

1 はじめに

電圧のかかった電線に触れるとき、感電^{1)~13)}に注意する必要がある。100 Vの電圧のかかった電線の工事等を行うときは電気工事士の資格が必要であり、その種の資格を持っていない方は、屋内配線の工事を行わないでほしい。電気工事士のような資格を取得していない方や、適切な工事方法を知らない方が勝手に電気配線の工事を行うと、感電災害や電気火災の起こる原因となる。感電災害が起こらないように対策を取ったにも関わらず、感電死亡災害になってしまった事例がある。

電気配線の工事はそれほど難しい作業ではないため、誰でもできてしまう。そのように電気配線の配線接続は、電気工事士の資格を持っていない方でも簡単に作業できてしまう。電気配線を取り扱う作業を行う時に、作業者の周囲にある危険源となる例えば露出した充電部があると、その充電部に作業者が触れてしまうことで、感電災害を起こしてしまう。作業者のふとした気の緩みが原因で、感電死亡災害が発生してしまったような事例があるように思われる。日本国内で発生する感電死亡災害は、全体的に見ると減少傾向を維持しているように思われがちだが、新型コロナウイルスの蔓延で在宅勤務が増えたにも関わらず、増加傾向になりつつある。

これまで国内で通用してきた感電災害の防止に関する労働安全衛生法や労働安全衛生規則は、国外の基準とも照らし合わせ、地球上で通用する法令に合わせていくことが求められてきている。国内でよく言われてきた独自の規格や独自の基準は、地球上で通用する統一見解としての規格や基準としていくことが求められている。このように社内あるいはその国だけで通用するような法令や基準は、地球上で通用するような法令や基準に合わせて

いくことが必要といえる。

国内で発生する感電死亡災害を年間ゼロ件に出来たら終わりではなく、国外で発生する感電死亡災害の防止にも貢献することが今後はますます求められる。アメリカの感電防止対策は継続して検討が進められているが、日本国内で発生する年間の感電死亡災害の発生件数は、アメリカで発生する感電死亡災害の約十分の一の発生件数であり、日本国内の感電災害の防止対策のどこが優れているのか、国外と比べて優れていると思われるところはどこなのか、そのようなことを明確にした上で、国外での感電災害の防止に貢献することが必要になる。

2 感電災害の動向

例えば日本国内では、表1のように低圧、高圧、特別高圧の3つの分類に分けて、安全な作業手順等を検討してある。その3つの分類は、昔からそうであったわけではなく、時代とともに電圧の種別を3つに分けて感電災害の防止対策を検討した結果、そのようになった。一方で例えばアメリカなどの国外に目を向けてみると、1 kV以上を高電圧と認識している国もあり、日本独自に進んできたそのような電圧の種別に関しては、それほど知られていない。

感電死亡災害は、1960年頃に年間400件~500件発生していたが、感電死亡災害を防止することを目的として配電線の絶縁電線化が行われた後、その死亡災害の発生件数は全体的に見ると減少傾向になっている。その頃から、国内の電柱は、木製の電柱からコンクリート製の電柱に交換された。その配電線などの電線の絶縁電線化は、感電災害の防止には大変役に立っている。労働安全衛生法や労働安全衛生規則が労働基準法から独立した法令となった後、感電災害の防止に関する安全な作業方法や、安全な工具などの開発やその使用、各種法令による安全な作業の実施により、感電災害の防止に繋がっていることもわかる。

図1は、1959年~2021年に発生した感電死亡災害の発生件数を表している。図中の感電死亡災害の発生件数

原稿受付 2023年4月18日 (Received date: April 18, 2023)

原稿受理 2023年6月12日 (Accepted date: June 12, 2023)

J-STAGE Advance published date: July 9, 2023

^{*1} 工学院大学工学部電気電子工学科

連絡先：〒192-0015 東京都八王子市巾着町 2665-1

工学院大学工学部電気電子工学科 市川紀充

E-mail: ichikawa@cc.kogakuin.ac.jp

doi: 10.2486/josh.JOSH-2023-0003-GE

は、日本とアメリカの件数をプロットしてある。ブラジルで発生する感電死亡災害の発生件数は、2015年に590件、2016年に598件、2017年に625件という報告もあり、日本の感電死亡災害の発生件数の約60倍と知られている。アメリカの人口は日本の約2.6倍程度であることを考えると、単純に考えてみると感電死亡災害の発生件数は日本の約2.6倍になると思われがちであるが、アメリカの年間の感電死亡災害の発生件数は日本の約10倍にもなる。日本国内の配電線は絶縁電線が使われているため、人体の一部が配電線と接触して起こる感電死亡災害の発生件数は少ない。他方、アメリカは配電線に絶縁電線が使われていないことがあり、日本と比べて配電線と接触して起こる感電死亡災害の発生件数が多い⁹⁾。このように、国毎に感電防止対策は異なる。

3 感電と人体反応

人体は、電気的な抵抗（以下、人体抵抗という。）を持つことが知られており、電圧が印加された充電部に触れたときに、人体中を電流が流れることで感電災害が起こる。人体抵抗とは、皮膚抵抗と人体内部の抵抗の和で表され、人体が接近・接触した充電部の電圧や、皮膚の発汗で変わる。人体抵抗の大きさは、発汗等が原因で皮膚抵抗を無視すると、人体の手から両足間で約500Ωと知られている。感電したときに手と肩の間の経路を通して電流が流れたときや、胸と腰の間の経路を通して電流が流れたときは、手から両足間の人体抵抗よりも小さくなる¹⁾。人体中を流れる電流の通電電流が心臓の近くを流れるような経路になると、心室細動を引き起こす可能性が高くなる。人体の手から両足間の通電電流の大きさが50mAで、電流が流れている時間の通電時間が1秒以上流れ続けると、心室細動を引き起こす可能性がある。

図2は、国際電気標準会議のIECの2018年版の60479-1:2018で報告されている感電と人体反応を表している。その図は、感電したときに左手から左足、右足又は両足を通して電流が流れた時の人体反応を表している。図中の各領域の記号のAC-1～AC-4は、以下のような意味になる。

AC-1は、0.5mAのaの線までの領域のことで、知覚は可能だが、通常は“驚愕”反応はない。

AC-2は、aの線からbの線までの領域のことで、知覚および不随意の筋収縮が起こる可能性は高いが、通常有害な生理学上の影響はない。

AC-3は、bの線から上の領域のことで、強い不随意の筋肉収縮、呼吸困難、心機能の可逆的障害、固定化が起こる可能性がある。影響は、電流の大きさとともに増加する。通常、臓器への損傷はない。

AC-4は、c₁の線から上の領域のことで、心停止、呼吸停止、ヤケド又はその他の細胞傷害などの病態生理学上の影響が生じることがある。心室細動の可能性は、電流の大きさ及び時間とともに増加する。c₁の線からc₂の線までの領域は、AC-4.1になり、心室細動の確率が約5%まで増大。c₂の線からc₃の線までの領域は、AC-4.2にな

り、心室細動の確率が約50%まで増大。c₃の線を超えた領域は、AC-4.3になり、心室細動の確率が約50%を超える。

4 感電死亡災害の事例の検討

2018年（平成30年）に発生した13件の感電死亡災害に関して次のように検討する。以下の感電死亡災害は、主に交流電流が原因で発生したと考えられる。

(1) まず1件目の感電死亡災害に関して検討を行う。その感電死亡災害は1月に発生しており、午前0時～1時の間に発生した。その感電死亡災害は庁舎一階電気室内で発生したものであり、体の一部が充電部と接触し、焦げた匂いに気がついた同僚が助けようとしたがすでに死亡していた災害である。電気室内の作業ということもあり1名で作業を行ったことも、その災害を防ぐことができなかった原因と思われる。電気室のような部屋の中で感電災害が発生したとき、近くにもう一人の作業者がいない場合は感電した作業者を救うことができないため、早く処置すれ

表1 電圧の種別³⁾

電圧	交流電圧 (AC)	直流電圧 (DC)
低圧	$V_0 \leq 600 \text{ V}$	$V_0 \leq 750 \text{ V}$
高圧	$600 \text{ V} < V_0 \leq 7 \text{ kV}$	$750 \text{ V} < V_0 \leq 7 \text{ kV}$
特別高圧	$7 \text{ kV} < V_0$	

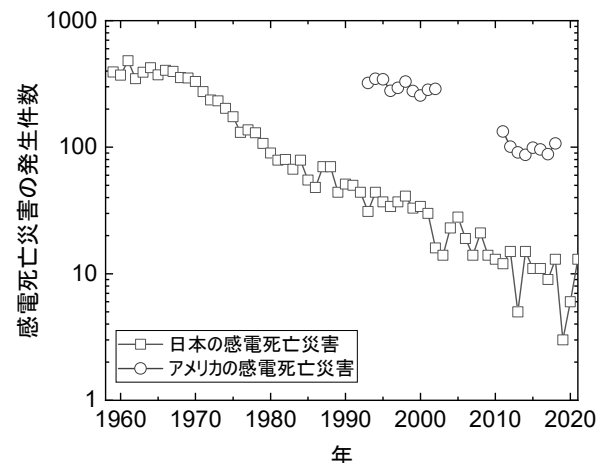


図1 感電死亡災害の傾向

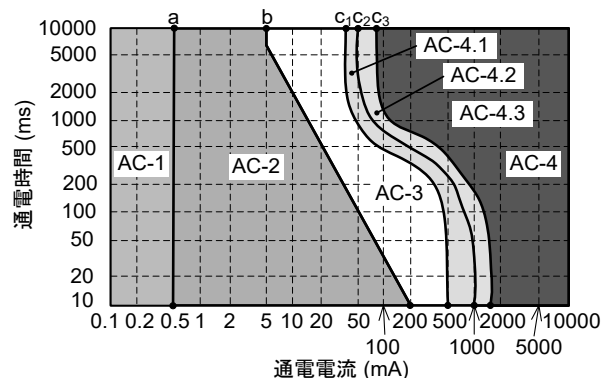


図2 感電と人体反応 (IEC 60479-1:2018)

ば助かった感電災害であっても助からないこともある。

- (2) 2件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。作業員が屋上にあるキュービクル式の高圧受電設備の内部点検を行っていた時に、そのキュービクル内の充電部で感電して墜落し、後日死亡した事例である。このように高所作業のときに感電が原因で墜落したような場合は、安全帯を身につけることが必要といえる。キュービクルのような6600Vの高圧受変電設備では、人体の一部が100Vの充電部に触れたときとは比べ物にならないほど、大きな電流が人体を通して流れるため、原則停電での作業が求められるが、人体の一部が充電部に近づくような場合は、絶縁用保護具や絶縁用防具の使用だけでなく、充電部が人体の着用した絶縁用保護具の絶縁されていない箇所に触れないような工夫のされた絶縁用保護具を使用することが求められる。このように例えば膝や肘が露出していないような絶縁用保護具の使用が大変必要と考えられる。
- (3) 3件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、点検作業の時にキュービクルの高圧受電設備の計器用変圧器の感電災害の防止のために取り付けられていたアクリル板が外されていたことが原因で発生した。このように感電災害の防止を目的として取り付けられた絶縁物は、点検作業の時に外すことがあり、そのような絶縁物などの感電防止対策を外した時に電源が切断されるなど、感電防止対策を講じることが必要と考えられる。
- (4) 4件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、配管をアーク溶接作業していた時に、補助作業をしていた作業員が突然倒れ、その日に死亡した災害である。この種のアーク溶接が原因で起こる感電死亡災害は、これまでに発生した感電死亡災害にも類似の事例があり、補助作業員の人体を通して電流が流れる経路が出来上がったために、感電死亡災害が起こった可能性がある。これは配管の接地が適切に行われていなかったために発生したと考えられる。
- (5) 5件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、冷却水循環装置の異常確認を行っていた時に発生した感電死亡災害である。その冷却水循環装置の配電盤の覆いが外され、導体がショートしていたことから、活線状態にある充電部に人体の一部が触れたことが原因で、感電死亡災害が発生したと考えられる。このような配電盤の点検では、ブレーカーを切り停電状態で作業するか、絶縁用保護具を着用して作業することが求められる。100Vや200Vなどの活線を接続する時、電圧がかかったままの配線を接触させると放電が発生することがある。100Vや200Vであっても、電気の取り扱いには十分注意しないといけない。
- (6) 6件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を

行う。これはコンベアのプーリーカバーを外した時に、モーター取付部の200Vの電線が損傷し、モーターの筐体及びコンベアの金属筐体に電流が流れたため、発生した感電死亡災害である。このような漏電が原因で起こる感電死亡災害の防止には漏電遮断器の使用が求められているが、その漏電遮断器が取り付けられていなかったか、または漏電遮断器が動作しなかったために発生した感電死亡災害と考えられる。漏電が原因で起こる感電死亡災害の防止には、適切な感電防止用の漏電遮断器の使用が求められる。

- (7) 7件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、天井走行クレーンのトロリー線の給電子を交換する時に発生した感電死亡災害の事例である。天井走行クレーンのトロリー線が原因で起こる感電死亡災害に関しても、これまでに多くの感電死亡災害が発生しており、未だに完全な対策が取られていないのが現状と考えられる。天井走行クレーンのようにむき出しの充電部があるような電線を取り扱うときも、人体の一部がその電線に触れないような対策を取った上で作業を行うことが求められる。作業員が身につける絶縁用保護具の絶縁用ゴム手袋や絶縁用ゴム長靴などは、人体の全身を覆うことを目的としたものでないため、肘や膝など充電部に触れると感電災害の防止対策が十分ではないものと考えられる。このように感電災害の防止対策が十分でないまま今後も作業を行うことは、今後発生する可能性のある感電死亡災害の防止には役立たないかもしれない。今後は全身を覆うような絶縁用保護具の着用が求められていると考えられる。
- (8) 8件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は空調の試運転の時に、接続が未処理のままになっていた配線を見つけたため、結線作業を行うとした時に発生した事例である。これは空調の室内機と室外機を結ぶ配線が別の配線と入れ替わっていたことに気がつかず、電圧のかかっていた活線に触れて発生した事例である。作業員は停電状態にある電線だと思い込むと、その電線が活線状態にあるとは思わずに素手で触れることがある。検電器等で電圧のチェックを行っていれば、このような活線に触れて感電死亡災害が発生することはなかったと思われるが、まさかその配線が活線であったとは死亡された作業員の方も思わなかったと思われる。このような感電死亡災害は、絶縁用のゴム手袋を着用していれば防止できたと考えられる。
- (9) 9件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、電車の架線に使われるトラスビームの上に乗って作業していた作業員が、その上にあった1500Vの直流の電線に背中が触れて、感電死亡災害が発生した事例である。この種の感電死亡災害は、過去にも発生していたが、近年も防止できていない。絶縁用保護具を着用していたとしても、事例を参考にする限り、感電災害が起こることは多

い。その理由は上でも説明したように、絶縁用保護具には絶縁されていない箇所が必ず存在するからと考えられる。感電災害を防止するには、使用電圧以上の電圧に対しても防止できる全身を覆うような絶縁用保護具の使用が求められているが、現在ではそのような全身を覆うような絶縁用保護具が使用されていないため、この事例のように背中に電線が触れて、感電死亡災害が起こるようなことも考えやすい。

(10) 10件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、足場を組み立てる作業の時に、足場の部材を取り付けようとしたところ、引き込み線のがいし絶縁被覆部に体の胸部分が接触して発生した事例である。感電災害は建設業で発生することがあり、建設業の作業の方々は防止対策を講じて作業を行っているにもかかわらず、このような感電死亡災害はこれまでも発生していた。足場を組み立てる作業の時、絶縁用保護具を着用して作業している方は見かけない。このように足場を組み立てる作業では絶縁用保護具を着用していないため、現状ではこの種の感電防止対策を行っていないと考えられる。足場を組み立てる作業であったとしても感電する可能性は十分に考えられるため、このような作業を行う方々に対しても絶縁用保護具の着用を求めるか、または電気安全教育をますます行うことが必要と考えられる。

(11) 11件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、ガントリークレーンの撤去工事の時に、電気ケーブル切断作業を行った後、電気ケーブルの取り外しの際に作業者の頭部が6600Vの母線に触れて発生した事例である。作業者の頭部が触れるということはヘルメットを着用していなかったと考えることもできるが、そのような作業に従事している作業者は危険がないように防止対策を取っていると考えることが普通である。そのように考えるとヘルメットを外した時にたまたま触れてしまったと考えられるが、このような頭部が6600Vの母線に触れるような事例はそれほど多くはない。ヘルメットの着用を徹底するか、作業者が高压ケーブルに近づかないように作業すること、または停電での作業が一般には求められる。

(12) 12件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、送電鉄塔の地上約25mの所で、点検完了箇所の写真撮影を行っていた時に発生した事例である。これは活線作業で作業が進められていたため、作業者が活線に近づいたときに、活線と鉄塔の接地導体間での放電が原因で発生したと考えられる。66kVのような特別高压の活線に近づくと、放電が発生し、作業者が活線に触れていなくても、作業者が感電することがよく知られている。このような作業を行う方が接近限界距離を守らなかったとは考え難いが、そのことを忘れてしまい作業者が写真撮影の時に活線に近づきすぎってしまったた

め、このような感電死亡災害が発生したと考えられる。鉄塔のケーブルは絶縁被覆されていない充電部がむき出しのケーブルであり、点検作業の時に活線に近づくと、作業者は感電死亡災害を起こしてしまう可能性がある。このような特別高压のケーブルの近くに作業者がいるときは、絶縁用保護具を着用していたとしても防止できないため、接近限界距離を守りながら活線作業用器具を用いて写真撮影を行うなど、作業者がカメラ等を手にもって、写真撮影を行うことはやめたほうが良い。

(13) 13件目の感電死亡災害に関して、次のように検討を行う。その感電死亡災害は、3相275kVが停止された2号線の1相分に設置されている避雷器の絶縁抵抗を測定していた時、接地線が接続されていると正確に測定できないため、屋外へ出て1相分の接地線を素手で外していた時、感電しヤケドを負って感電死亡災害が発生した事例である。感電死亡災害が発生したとき、隣の1号線の3相275kVは受電状態になっていた。その感電死亡災害は、素手で接地線を外しており、感電防止対策を意識せずに作業したことが原因で発生した。接地線を取り扱っているから感電防止対策は行わなくても良いと思い込んだことが原因で発生した感電災害と考えられる。

5 感電死亡災害の事例の検討

図3は、2018年に発生した感電死亡災害の月毎の発生件数を表している。この図から、次のことが分かる。感電死亡災害は、2月と5月を除いた月で発生していることが分かる。感電死亡災害の発生件数は、8月と9月と10月は2件、1月と3月と4月と6月と7月と11月と12月はそれぞれ1件発生している。このように8月と9月は、他の月と比べて発汗が起こりやすく、軽装で作業することが多く、感電災害を起こす可能性が高いことから、他の月よりも感電死亡災害の発生件数が1件多かったと考えることができる。

図4は、2018年に発生した感電死亡災害の原因となった起因物を表している。この図から、次のことが分かる。感電死亡災害は、人体の一部が送配電線等の露出した充電部に触れたことが原因で起きた災害が最も多く、その件数は5件であり、全体の約38%になる。人体の一部が電力設備の露出した充電部等に触れて発生した感電死亡災害は4件であり、全体の約31%になる。感電死亡災害は、クレーン及びその他の金属加工用機械、その他の装置、設備、アーク溶接装置が原因で発生した死亡災害はそれぞれ1件発生しており、その割合はそれぞれ約8%になる。

図5は、2018年に発生した感電死亡災害の時間帯毎の発生件数を表している。この図から、次のことが分かる。感電死亡災害は、午前10時～11時の間に4件発生しており、その時間帯に最も多く死亡災害が発生し、その割合は全体の約31%になる。感電死亡災害は、午前8時～9時及び14時～15時、または16時～17時にそれぞれ2件発

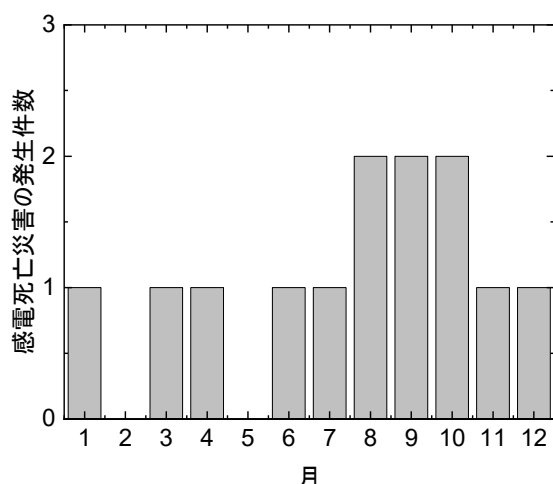


図3 2018年の感電死亡災害の月毎の発生件数

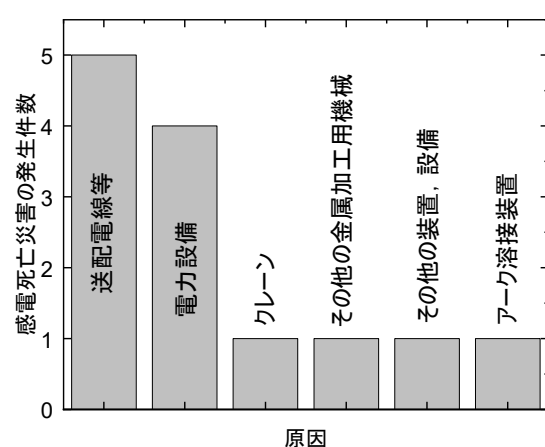


図4 2018年の感電死亡災害の起因物

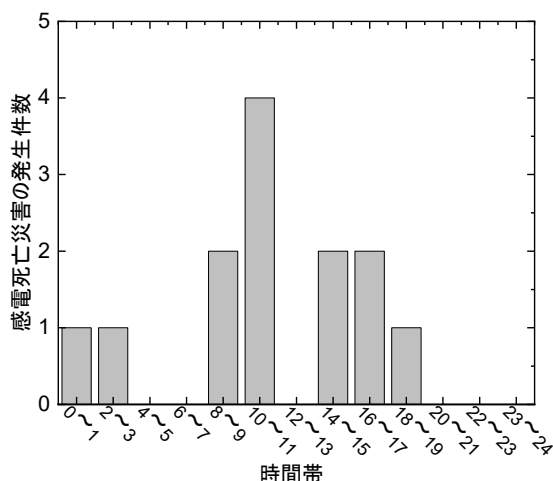


図5 2018年の感電死亡災害の時間帯毎の発生件数

生しており、その割合は全体の約15%になる。感電死亡災害は、午前0時～1時及び午前2時～3時、または18時～19時にそれぞれ1件発生しており、その割合はそれぞれ約8%になる。

表2は、感電死亡災害の防止対策を検討した結果を表している。表中の感電防止対策が実施されていれば、この種の感電死亡災害を防止することが可能であったと思われる。

表2 感電死亡災害の防止策

事例	感電死亡災害の防止策の検討
(1)	近くにもう一人作業がいれば助かった可能性あり。
(2)	(a) 高所作業で安全帯を着用していれば墜落を防げた。 (b) 作業者の全身を覆えるような膝や肘が露出しない全身用の絶縁用保護具を使用できれば、助かった可能性あり。
(3)	キュービクル内の感電防止用のアクリル板を外したときに、電源がオフになるような電気設備設計がされていれば、助かった可能性あり。
(4)	配管のアーク溶接作業のときに、配管の接地が適切に行われていれば、助かった可能性あり。
(5)	配電盤の点検のときに停電状態で作業し、絶縁用保護具を着用していれば、助かった可能性あり。
(6)	漏電が発生したときに、漏電遮断機が設置されており、その漏電遮断機が適切に動作していれば、助かった可能性あり。
(7)	天井走行クレーンのトロリー線の充電部が絶縁材料で覆われているか、作業者の全身を覆うような絶縁用保護具を着用していれば、助かった可能性あり。
(8)	空調の配線に触れる前に検電器等で電圧のチェックを行うか、絶縁用ゴム手袋を着用していれば、助かった可能性あり。
(9)	電車の架線の近くで作業するときに、作業者の全身を覆うような絶縁用保護具が使用されていれば、助かった可能性あり。
(10)	足場の組み立て作業において絶縁用保護具を使用すること、電気安全教育を徹底していれば、助かった可能性あり。
(11)	6600 Vの高压ケーブルの近くで作業するときに頭部を覆う絶縁用ヘルメットを使用すること、作業者が高压ケーブルに近づかなければ、助かった可能性あり。
(12)	作業者が接近限界距離を守ることを徹底して、活線作業用器具を用いて写真撮影を行えば、助かった可能性あり。
(13)	275 kVが停止された1相分の接地線であっても、素手で接地線を外さずに感電防止対策を行っていれば、助かった可能性あり。

6 まとめ

今後、感電死亡災害の発生件数が増加傾向にならないようにするために、近年発生した感電死亡災害の事例を検討し、防止対策を講じることは大変重要といえる。

本研究では、2018年に発生した13件の感電死亡災害の事例に関して検討を行った。これまでに発生した感電死亡災害の事例を参考にする限りでは、作業者が感電防止対策を講じたにもかかわらず、感電死亡災害が発生することもある。

安全教育を受けていたにも関わらず、高電圧の放電現象を忘れてしまった時、作業者が送電線に近づいたときに放電が発生して感電死亡災害が発生するようなこともある。

今後は日本独自あるいは会社独自の感電防止対策は、国外で検討された感電防止対策を検討した上で、今後の防止対策を検討することがますます求められてくる。労

働安全衛生法や労働安全衛生規則など国内の感電災害の防止を目的とした法令は、国外の法令などの基準とも照らし合わせ、国外にも合わせていくことが求められている。日本国内の感電防止対策は、アメリカやブラジルなどの国外で発生する感電死亡災害の発生件数から検討すると、一見優れているように思われる。

今後は、ますます新しい技術の研究が求められてくる¹⁴⁾⁻²⁵⁾。本研究で検討した感電死亡災害の結果を参考にすることで、国内に限らず国外で発生する地球上での感電死亡災害の減少に繋がることを期待したい。

文 献

- 1) Effects of current on human beings and livestock Part 1: General aspects, IEC 60479-1, Edition 1.0, 2018.
- 2) 市川 紀充, 富田 一:「感電災害の基礎と過去30年間の死亡災害の統計」, 労働安全衛生総合研究所安全資料, JNIOH-SD-NO. 25, pp. 1-69, 2009.
- 3) Norimitsu Ichikawa, “Electrical fatality rate by industry in Japan, 1974-2003” IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 50, no. 3, pp. 1604-1609, 2014.
- 4) Norimitsu Ichikawa, “Electrical fatality rate in Japan, 2002-2011: new preventive measures for electrical accidents,” IEEE Industry Application Magazine, vol. 22, no. 3, pp. 21-26, 2016.
- 5) Norimitsu Ichikawa, “Three hundred forty-nine case studies and their consideration of electrical accidents in Japan,” IEEE Transactions on Industry Applications, vol. 52, no. 6, pp. 5248-5254, 2016.
- 6) Norimitsu Ichikawa, “Epidemiology of fatal electrocutions in Japan 1992 to 1996,” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, vol. 4, no. 1, 1000111, pp. 1-7, 2017.
- 7) Ichikawa N, “Electrical fatality rate and epidemiology of electrocutions in Japan, 2012-2014,” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, vol. 6, no. 1, 1000123, pp. 1-7, 2019.
- 8) Norimitsu Ichikawa, Satoshi Sakaue, “Epidemiology of rate of fatality due to electric shock, 2015-2017,” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, Vol. 8:6, pp. 1-5, 2021.
- 9) Norimitsu Ichikawa, “Electrical injury rate and epidemiology in Japan, 2013-2015,” IEEE Transactions on Industry Applications, Vol. 56, No. 4, pp. 4319-4323, 2020.
- 10) 市川 紀充:「電気安全の大切さ」, 電気設備学会誌, Vol. 33, No. 4, pp. 239~243, 2013.
- 11) Norimitsu Ichikawa, Kazuhiko Taniguchi, “Study on an insulating safeguard based on DC breakdown voltages of two insulating materials,” Automatic Control of Physiological State and Function, vol. 2, no.1, 1000105, pp. 1-4, 2014.
- 12) Norimitsu Ichikawa, Taishi Amano, and Ryo Nakata, “Human-body impedance and electric shock,” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, vol. 5, no. 2, 1000e103, pp. 1-2, 2018.
- 13) 市川 紀充:「職場の電気災害—感電災害」, 電気学会誌, Vol. 142, No. 6, pp. 326~331, 2022.
- 14) Ichikawa N, “Bioelectricity, electrical safety, and electrostatics for automatic control of physiological state and function,” Automatic Control of Physiological State and Function, vol. 2, no. 2, 1000e101, p. 1, 2015.
- 15) Nicholas G Paulter, David Jenkins, Norimitsu Ichikawa and Michael Leonesio, “Test methods for measuring the electrical output of electroshock weapons,” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, vol. 4, no. 1, 1000110, pp. 1-12, 2017.
- 16) Paulter N, Jenkins D and Ichikawa N, “Electroshock weapon measurements: instrumentation requirements and limitations,” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, vol. 4, no. 1, 1000113, pp. 1-5, 2017.
- 17) Norimitsu Ichikawa, Mikihiro Ozawa, “Breakdown voltage and transient grounding resistance with spherical insulating materials,” IEEE DEI Conference on Electrical Insulation and Dielectric Phenomena, pp. 520-523, 2020.
- 18) Measurement method for the output of electroshock weapons, IEC 62792, Edition 1.0, 2015.
- 19) Takayoshi Ohtsu, Yuma Nagao, Ryuji Ohsawa. “Analysis of Malfunction of Robot by ESD using Optical Electric Field Sensor.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 001, 2021.
- 20) Yasuhiro Tanaka*, Kimio Hijikata and Hiroaki Miyake. “Estimation of Insulating Materials for Semiconductor Power Device using DC Current Integrated Charge Measurement.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 002, 2021.
- 21) Shinobu Ishigami, Ken Kawamata. “Measurement Technique and Antenna / Sensor for Transient Electromagnetic Fields Caused by Electrostatic Discharge.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 003, 2021.
- 22) Takashi Tsuchida, Keisuke Izumi, Ken Masamune, Ryosaku Kaji, Takaharu Kawase and Yoshinao Ohkawa. “Avoiding Electromagnetic Interference in Advanced Medical and Welfare Facilities.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 004, 2021.
- 23) Jaroslav Kristof, Marius Blajan, Ryo Yokoyama, Fariha Mustafa, Ahmad Guji Yahaya and Kazuo Shimizu. “Transdermal Drug Delivery of Adenosine by Microplasma with Iontophoresis and DMSO.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 006, 2021.
- 24) Hironobu Yonemori, Natsumi Tsuguta. “Acoustic Noise of IH Cooker Caused by the Power Supply Noise.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 007, 2021.
- 25) Takeji Toyoda. “The Network Structure of BEMS and Cyber security.” Journal of Biomedical Systems & Emerging Technologies, S1: 008, 2021.

Consideration of Electrical Fatal Accident by Electric Shock and Preventive Measures Caused in 2018

by

Norimitsu ICHIKAWA^{*1}

When a human body of workforce touches charged objects of live line, an electric current by the electric shock flows in the human body and the electric shock accident occurs. The human body feels a numbness when the electric current of more than 1 mA flows through it, and the workforce is dead by occurrence of ventricular fibrillation when the current of about 50 mA flows through it. When we consider the electric shock accident on the earth, there is a possibility of occurrence of many electrical fatal accidents. We need to provide a basis of the prevention of electric shock accident for utilizing the prevention of the accident of not only Japan, but also U.S.A etc. Though the studies on the prevention of electric shock accident is performed on domestic and overseas, the research study on recent electric shock accident is not so many. This study reports the study results capable of eliminating the electrical fatal accident in future when we consider the causes and preventive measures from case studies of electrical fatal accident by the electric shock in 2018. The fruits will expect to useful for the prevention of electrical fatal accident by the electric shock.

Key Words: electric shock, electrical fatal accident by electric shock, preventive measures.

^{*1} Faculty of Engineering, Kogakuin University