

参考用のレイアウトです。
安全工学誌の印刷レイ
アウトとは異なります。

電気設備の安全入門

— 機械制御, 感電と絶縁, 接地, 静電気, 雷による障害と災害 —

もりやま てつ
森 山 哲 †

An Introduction to Safety of Electrical Equipment of Machines

Tetsu MORIYAMA*

要旨：機械の数だけ電気設備がある。ほとんどの機械は制御による安全で守られている。しかしながら電気は敬遠され専門家任せになっているのが現状である。それは電気の専門家にとって常識的なことが電気以外の方々には意外に知られていないことによる。本稿では多くの方に知っておいていただきたい内容を平易に述べた。

キーワード：制御による機械の安全，感電と絶縁，接地，静電気，雷による障害と災害

1 はじめに

電気は産業を支える最も基本的なエネルギーである。機械の動力源であり、さらに機械の制御と安全装置も電気を利用している。機械本来の機能を実現するために電気エネルギーを利用し、機械の制御を電気電子でおこない、更には安全系も電気を使用している。電気への依存度が大きいだけに電気の取扱いや不具合（障害）によっては働く人への災害になる。電気が人体に流れて起こる感電災害、電気が漏電して火災、制御機器不具合による事故、電気火花が周囲の引火性ガスに着火する爆発災害、電磁ノイズによる電子機器の誤動作、静電気による事故や自然現象である雷による事故のように電気が関係する災害は多い。本稿では機械における電気と安全との関わりについての概要を述べる。

2 機械の安全とフェールセーフ

機械の特徴の1つは人に出せない大きな力と

速度を発揮できることである。ここには蒸気機関から始まるエネルギーが存在し、現在では電気エネルギーが主である。エネルギーの制御が即ち機械の制御ともいえる。

機械は壊れるもの、人は誤るものということをも前提にして考えたい。機械の壊れ方はその兆しがあるものが多い。しかし、電気系統の不具合は予兆なしに突然発生する。それが電気系統の脆弱性ともいえる。機械の機能、性能は制御系に依存している部分が多いので電気系統が機能なくなると大変困る。安全装置も電気を使用する制御系との関わりがあるので電気系統の不具合は事故に直結する。

機械が壊れないように、故障しないようにという努力は永年続けられてきた。これが信頼性の向上に繋がっている。信頼性を高くするには、良質で厳選された部品を採用する方法と、系統を多重化して1つの系統に不具合が生じたら他の系統に切り替える冗長化（多重化）を採用する方法がある。ジェット旅客機、原子力発電所、化学プラントなどでは良質な部品を使用し、か

† 横浜国立大学大学院環境情報学府環境リスクマネジメント専攻
〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-7

有限会社森山技術士事務所 労働安全コンサルタント事務所
〒236-0057 神奈川県横浜市金沢区能見台 3-26-7
eMail moriyama@safetyeng.co.jp

つ多重化が行われている。規模が大きくてかつ安全状態に移行するのに時間を要する分野である。それと比較すると、産業機械（一般の工場設備、工作機械、食品機械、印刷機械など）は、規模が小さく安全状態である停止に短時間に移行することが可能である。原子力発電所や化学工場では事故が生じてても簡単に停止できない場合があり得るが、産業機械では不具合が生じたら直ちに停止させるので、安全装置に関する発想が全く違うといえる。即ち、機械は壊れるものであるから、故障しても人が怪我をしない、人命を失わないように機械を含めたシステムを作ろうという考えがある。これをフェールセーフという。機械が壊れた場合、本来の機能（たとえば生産する、運搬するなど）が発揮出来なくても災害を起こさないことを優先している。これに対して故障が重大な影響を引き起こす恐れのある部分をおよそ2重化、あるいは3重化しておき、故障した場合にシステムを切り替えて機械の本来の機能を保つという考えがある。これをフォールト・トレランスという。故障を許容する考えである。ジェット旅客機に搭載してある航法用コンピュータが3重化されているのがその好例である。

信頼性を高めるとは、機械の機能を出来るだけ失わせないことであり、機械が故障した場合に機械の機能を失っても人に危害を与えない安全性と大きな違いがある。なお、国際規格には

フェールセーフの用語を使用しない方向がみられる。「フェールセーフである」というと法律的な責任問題が発生する国があるので、国際規格ではフェールセーフの用語の使用を控えている。非対称誤り特性が用語として近いが厳密には同義語ではない。

機械の運転には人間の操作が常に伴う。「人は誰でも間違える」ことを前提にして機械を設計しなければならない。人間が間違っても安全であるためにフル・プルーフの概念がある。人間であるから、誤判断や誤操作がある。ベテランでも、組織の長でも、高度な教育を受けた人でも「誤」から放免されない。産業の現場、医療の現場、教育の現場でもすべて「人は誰でも間違える」と想定しなければならない。fool を未熟練者（十分に訓練を受けていない人）や愚人、あるいは低位である人、と取り間違えると、自分は fool でないからそのような間違いは起こさないと勘違いをする。フル・プルーフとは、ミスやエラーに対して備えが出来ていることをいう。実現の手段はいろいろある。例えば、アメリカのガソリンスタンドではセルフサービスが一般的で、レギュラーガソリンとハイオク、軽油を間違えて給油出来ないように車の燃料タンクの給油口と給油ポンプ側のノズルが燃料の種類によって違うことはよく知られているフル・プルーフの一例である。

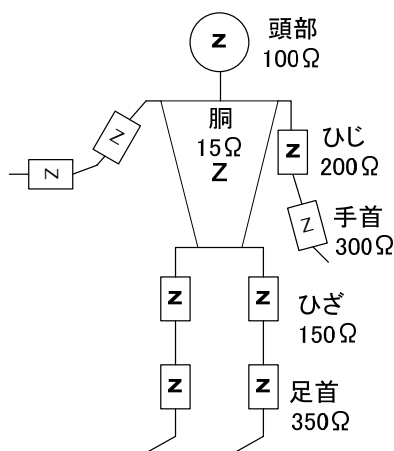


図1 人体インピーダンス (IEC60479-1を簡略化)

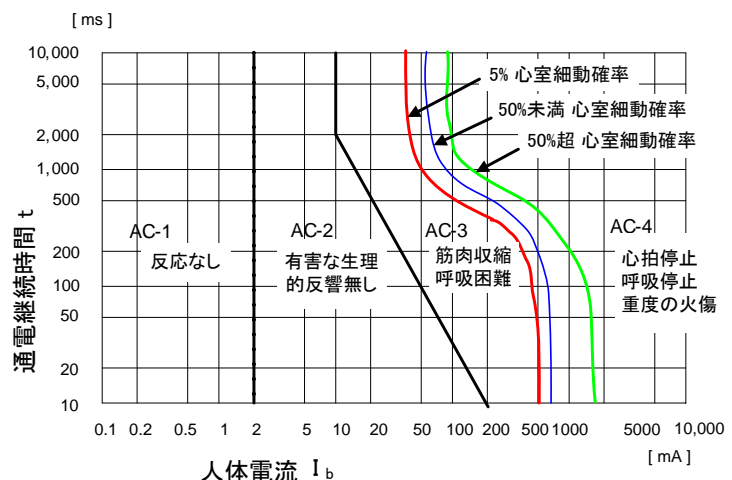


図2 人体電流/時間の影響 (15~100Hz)

3 感電と絶縁

感電とは、人体を通過する電流により死亡その他の生理的影響を受けることである。電力線や電気機器の通常の使用状態で電気が供給（蓄積）されている部分を電路または充電部といい、大地と絶縁されているはずの電路の絶縁が低下して大地に電流が流れる故障を地絡という。災害用語である漏電は一般には地絡故障を指す。

感電は直接接触と間接接触に大別される。直接接触は人体が充電部に直接接触し、電流が人体を經由して大地へと流れることをいう。間接接触は電気機器内の絶縁が低下し、充電部が金属製の外箱、鉄台、筐体（これらの総称をエンクロージャという）に地絡（漏電）したため金属部の対地電圧が上昇して、この状態で人体が金属部に接触して人体に電流が流れることをいう。

3.1 人体を流れる電流の危険性

人体は電気的に見ると図1のようにインピーダンス（ほとんどが抵抗分とわずかな容量分）の概念で示すことが出来る。インピーダンスは皮膚の湿り、接触面積、接触圧力、接触時間で変動し、非線形である。図中のZはインピーダンスを表す。

電流（商用周波）が皮膚に接触すると、50%の人は表1に示すように感じるという貴重な実験がある。すなわち50mAでは感電した電線を自力で離せなくなり非常に危険である。100mA超では心臓細動となって心拍が無くなり放置すると死に至る。

表1 電流が人体に与える影響（50%の人）

0.5mA	皮膚を感じる
5mA	かなりの痛感
10mA	耐えられないほどの痛み
30mA	筋肉が痙攣する
50mA	自力で電気回路から離脱出来ない
100mA超	心臓細動となり致命的結果になる

なお、直流電流では交流電流の2倍から4倍の電流で同じ刺激効果がおきる^{1), 2)}。なお比較的軽度の感電であっても二次災害（溺死、墜落など）を招く事もあるので注意が必要である。

図2に15Hzから100Hzの交流電流 I_b が人体に流れた時の通電継続時間tによる人体への影響を示す。1000Hzを超えると人体への影響は少なくなる。

3.2 接触電圧と危険電圧

感電は電流の大小が関係する。しかし現場では測定の容易さから電圧表記が好まれる。電撃時に人体の両端にかかる電圧を接触電圧という。接触面積が小さく皮膚乾燥時の片手または片足の抵抗は500Ω（図1参照）であるので、片手一両足では約750Ωとなり心室細動相当の50mAが流れる場合の接触電位は37.5V（商用周波数において）となる。人体への危険電流、電圧について国内法規に規定はないが、労働安全規則（第36条）では、50V以下の充電電路の業務は特別教育を必要とする業務から除外していること、国際規格^{3), 4)}ではAC25Vrms 又はDC60V以下の使用電圧は、特定の条件下であれば感電保護を考慮しなくて良い電圧(PELV, Protective Extra-Low Voltage, IEC 60204-1:2005, 6.4)としていくことなどが参考になる。

3.3 感電災害の防止

表2に感電保護の方法を示す。

表2 感電保護の方法

保護の対象		保護手段
直接接触 保護	意図的および無意識な直接接触に対する保護	絶縁 バリア エンクロージャ オブスタクル アームズリーチの外
	直接接触に対する追加の保護	漏電遮断器
間接接触 保護	保護導体がある	電源の自動遮断 過電流遮断器 漏電遮断器 絶縁状態の連続監視 絶縁監視装置
	保護導体がない場合	自動遮断、絶縁監視によらない保護 クラスII機器 電気的分離 アースフリー用局部的ボンディング

注) 保護導体とは接地されているアース線などをいう

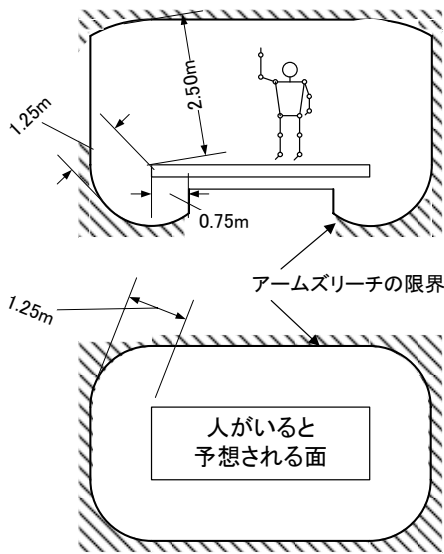


図3 アームズリーチ (IEC60364-4-41 参照)

直接接触の保護手段には、絶縁、バリア(人の接近を阻止する物理的障害物)、エンクロージャ(筐体、キュービクル)、オブスタクル(充電部に無意識の接触するのを防止するカバー、ガードなど)³⁾、及びアームズリーチ(図3)⁵⁾がある。

間接接触からの保護手段は、絶縁の確保、接地と保護機器の使用がある。良く使用される保護機器に、過電流遮断器(ブレーカ、ヒューズなど)と漏電が発生した回路を遮断する漏電遮断器(図4)がある。感電防止には定格感度電流が30mA以下、動作時間が0.1秒以内、すなわち高感度高速形の漏電遮断器を使用する(労働安全衛生規則第333条)。この電流値は表1の危険電流(50mA、50%の人が離脱できない)の6割に相当する。

3.4 現場における安全対策

工場の電気設備や建設現場の電気安全は、絶縁管理、接地管理に加えて保護具(作業者の身体に着用するもの)と防具(露出充電部に装着するもの)の使用と適正な管理が必要である。また、アーク溶接機の場合には自動保護設備を使用することや移動式発電機の場合には発電機と負荷とのあいだに漏電遮断器を使用することが推奨される。(保護具、防具の分類は労働安全衛生法による。)

3.5 電気絶縁と安全

感電災害の防止対策は、電気絶縁の維持と、

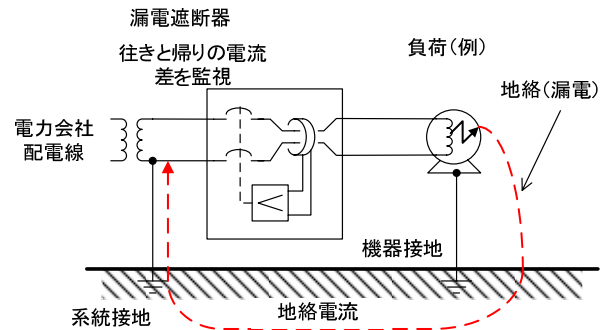


図4 漏電遮断器による間接感電保護

接地を適切に実施することに集約される。絶縁物に電圧を印加したとき、電流の流れにくさが絶縁抵抗であり、電圧に耐える能力が絶縁耐力である。絶縁物の性能を実用的に試験する方法には次のものがある。

(1) メガー試験

絶縁抵抗値を直読する方法で、500V、250Vあるいは125V(電圧の選択は被検査品の耐電圧による)の直流電圧をかけて高い入力インピーダンスで測定する非通電状態での検査方法である。回路毎の絶縁抵抗値は回路の相間電圧150V以下では0.1MΩ以上、150Vを超え300V以下では0.2MΩ以上、300Vを超える場合は0.4MΩ以上の値でなければならない⁷⁾。しかし、実際に現場で維持管理している絶縁抵抗値は、法定の値の数倍から10倍の抵抗値で管理する。

(2) 漏洩電流試験

通電中に行う試験で、漏洩電流が1mA以下であれば上述のメガー試験による抵抗値と同等である⁷⁾。通電中にクランプメータを使用して3本の動力線を挟み、行きと帰りの電流差を読み取る。この方式は通電中に計測できるので急速に広まっている。なお、インバータを使用している負荷など波形ひずみが大きい機械ではインバータサージ(波形ひずみが大きい)が発生しているので平均値型ではなく実効値型のクランプメータの使用が必要である。

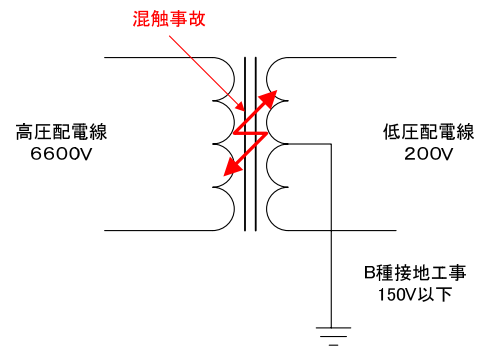


図5 系統接地

- (3) 耐電圧試験 (交流, 直流, インパルス) 絶縁物に規定の電圧 (例えば 1000V) を一定時間 (例えば 2 分間) 印加したとき, 絶縁物が破壊せず耐えうるか否かを調べる試験である. 破壊試験につながるので工場出荷時には行わすが, 現場での実施は少ない.
- (4) 誘電正接試験 絶縁物に交流電圧を印加したときの $\tan \delta$ 値, $\tan \delta$ - 電圧特性, $\tan \delta$ - 温度特性等から, 絶縁物の性状, 劣化の程度を調べる試験である.

4 接地

接地とは電気設備・機器, 電子・通信機器あるいは機械や配管を大地と電気的に接続することであり, 接地のために地中に埋設した電極が大地との間に生じる電氣的抵抗が接地抵抗である. 接地抵抗は, 地質や電極の深さ・面積が大きく変わり, 季節による変動もある. 接地はその目的によって保安用とノイズ対策用接地, 電位

基準用接地等の弱電用接地に大別される. 保安用接地は感電防止, 漏電火災防止等の安全の確保のための接地である.

高圧配電線と低圧電路の境界には変圧器 (トランス) が入っており, 低圧 (2 次) 側の中性線が接地されている (図 5 参照). 変圧器の高圧巻線と低圧巻線間の混触事故が発生した場合に, 低圧側の異常電位を 150V 以下に抑制するための接地を B 種接地工事という.

電気機器の鉄台や外箱も接地し, これを機器接地という. 電気機器の絶縁が劣化すると, 内部の充電部分から外部の露出非充電金属部分に電気が漏れる. これが漏電であり, このとき露出非充電金属部分に触れると感電するので機器接地によって露出非充電部分に過大な対地電圧

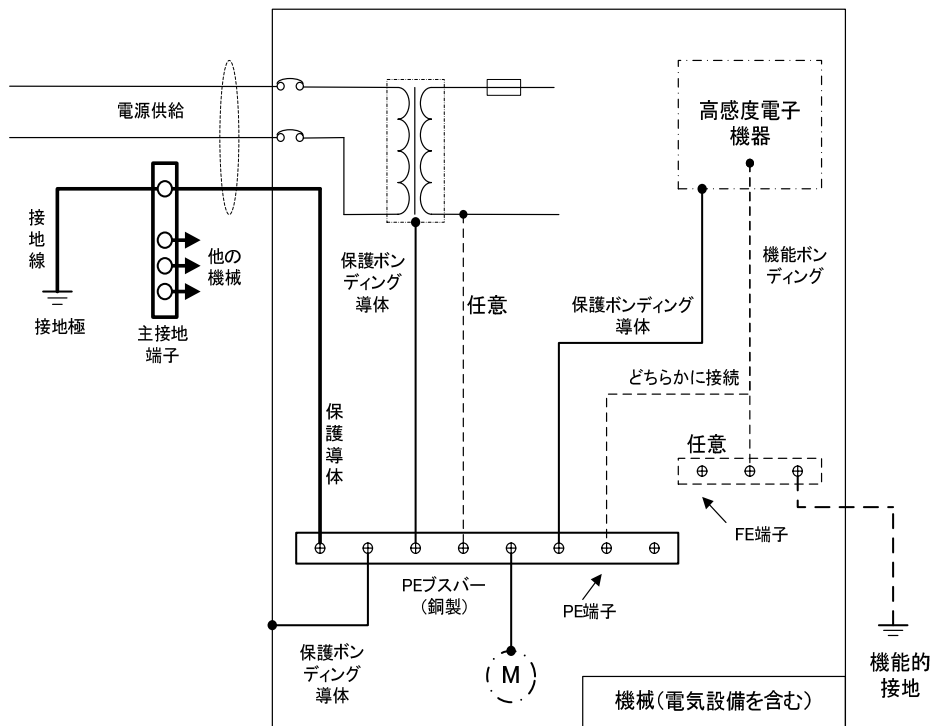


図6 等電位ボンディング

が発生するのを抑制する。電気設備技術基準（経済産業省令）では、電路に施設する機械器具の鉄台及び金属製外箱には機械器具の区分に応じて、A種(10Ω)、C種(10Ω)、D種(100Ω)の接地工事を施すことと定めている。なおA,B,C,D種のクラス名称は日本独自である。

接地を必要とする設備・機器類が少なかった頃には接地工事を必要とする設備や機器にそれぞれ独立した接地工事を施行できたが、接地工事の種類と数が増えた最近では国際規格（JIS化されている）による等電位ボンディング方式が急速に普及しつつある（図6）。等電位ボンディングは従来の日本でも接地に落とすという表現ですすめていた共用接地に近い考え方であり、この方式は今後普及してゆくだろう。

5 静電気による災害・障害の防止

5.1 静電気

静電気が原因となって発生する災害・障害は、電子デバイスの破壊・誤動作、原材料のコンタミネーション、搬送部分の詰まり等の生産障害のほか、可燃性物質の爆発・火災のような大きな災害に至るまで多種多様である。

静電気は固体の摩擦、液体の流動、粉体の衝突等に伴い発生する。静電気の引き起こす力学的な力は小さく、生じる電気エネルギーは数mJと小さいが、可燃性ガス・蒸気、あるいは微粉体の着火には十分な最小着火エネルギーである。例えば水素の最小着火エネルギーは0.02mJと小さく、その他の多くの可燃性ガス・蒸気は0.25mJ近傍である。静電気放電ではピーク値が数A程度の放電電流が瞬時に流れ、表3のように人体は電撃を受ける。

表3 静電気の放電電圧と人体の痛み

静電気放電電圧	現象と痛覚
2kV	かすかな放電音と指先に感じる程度
4kV	放電の発光と指に痛み
7kV	指、手のひらに強い痛みとしびれ

導電体である人が合成繊維の衣服と絶縁（ゴム底）の靴を着用していると、3～5kV（乾燥している冬季には数十kV）の帯電電位になることもある。静電気の抑制に失敗すると大きな帯電

になり、災害・障害を誘発する。静電気の発生自体は自然現象であるので完全には抑制できないが、静電気の発生抑制と帯電防止等の適切な対策は可能であり必要である。

5.2 静電気による爆発・火災件数

静電気を原因とする爆発・火災は毎年ほぼ100件前後発生している。石油類、可燃性溶剤等の可燃性液体の爆発事故は、被害の大きさと人身事故の可能性から非常に危険である。

5.3 帯電防止策

静電気は物質の流動あるいは摩擦等で発生し、絶縁された導体や絶縁物が帯電するので帯電自体は避けることはできない。絶縁物の帯電電位が5～10kV以上となる場合は原材料等の帯電防止等が必要である。

(1) 帯電防止

絶縁物の帯電防止には、静電気の発生をできる限り抑制する必要がある。その手段は、

- ・設備と物質、あるいは物質相互の接触（面積・圧力）の減少
- ・接触回数の減少
- ・接触・分離速度の低下
- ・急速はく離の防止
- ・表面状態の清浄・円滑化
- ・不純物等異物の混入防止
- ・発生の少ない材料の選定等である。

(2) 接地

導電部の接地は最初実施すべき対策である。導体は漏洩抵抗が1MΩ以下であれば帯電しない。実務的には接地抵抗の値は1000Ωを目途とする。絶縁物の接地は難しいので、接地された導電部に接触させて絶縁物に帯電した電荷を移動させない（固定）方法や、静電気の起きやすい輸送パイプを接地線で巻くなどの方法を取る。移動するタンクや運搬車など、移動させて使用する運搬具も積み卸し作業の開始前にアースチャックで接地線を取り付ける。接地した金属容器に接した状態で帯電物体を静置すると、帯電した電荷が減少（緩

和) する。帯電量は時間の経過とともに指数関数的に減衰する。

(3) 多湿化

湿度が低いと物体表面の水分が減少して表面抵抗率が増加し、帯電性が上昇する。多湿化は狭い室内など局所的な帯電防止に有効であり、水蒸気の噴霧、加湿機、床への散水等が具体策である。

(4) 漏洩電流

人体は導電物なので着衣や靴から静電誘導を受け、または電荷が移動して人体が帯電する。人体の静電容量は 100pF 程度であり、帯電電位を火花が放電しない数百 V 以下にするためには着衣、靴を含めた漏洩抵抗を 100MΩ 以下とすれば良い。水素ガス等が漏洩するような爆発危険場所は漏洩抵抗を 10MΩ 以下とすれば良い。そのためには作業場を導電性の床（塗工を含む）にし、帯電防止靴と帯電防止服を着用する。

(5) 帯電防止器

除電器と帯電防止剤が市販されている。除電器には、コロナ式除電器、電圧印加式除電器、電圧印加式除電器などがある。帯電防止剤には、低分子型帯電防止剤、高分子型帯電防止剤、導電性フィラーなどがある。導電防止性を評価して帯電防止剤の安全性を確認してから使用することが望ましい。

6 EMC, 雷による災害・障害の防止

6.1 EMC

すべての機械装置は制御部を有している。制御部のほとんどは電気・電子システムであるので電磁ノイズに関わりがある。ノイズ対策の 3 原則は

- ・ノイズを出さない
- ・ノイズを感じない
- ・ノイズを通過させない

である。人工的な電磁ノイズによる障害とそれに対する耐性を一般的に EMC(Electromagnetic compatibility)と呼ぶ。電磁ノイズの結合と災害・障害は静電結合と電磁結合により引き起こ

されるので、電磁ノイズを出さないための抑制策と誤動作させないための抑制策がある。

6.2 雷サージ

6.2.1 雷サージ電流

雷サージには直撃雷と誘導雷がある。図 7 に示すように直撃雷 (図中①) は地上に存在する物体に落雷し、非常に大きな雷サージ電流 (数百~数万 A) により局所的に大地の電位が上昇する。建築物の避雷設備は直撃雷を受雷し、電流を大地に流入させる。誘導雷 (図中②) は落雷による大電流放電に伴う周囲の架空線に生じる電磁誘導による起電力、落雷あるいは雷雲間放電による電荷移動による静電誘導、これらがサージとして架空線から建築物内の機器類に過電圧による損害を与える。電気電子機器類の損害の大部分は誘導雷によるものである。なお、電源の開閉 (図中③) によって発生するスイッチングサージは電子機器に障害を与えることがあるが、人的災害におよぼすほどサージ電流は大きくない。

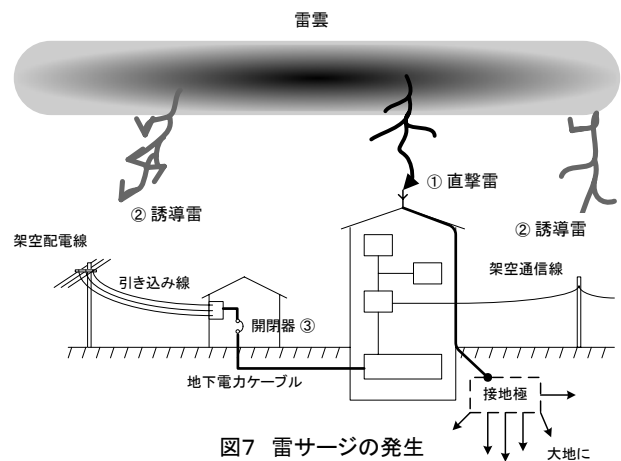


図7 雷サージの発生

6.2.2 雷防護システム

外部雷防護 (直撃雷から建築物を守る) と内部雷防護 (雷サージから設備機器を防護する) に大別できる。

外部雷防護システムは雷電流を直接受ける受雷システム、大地に放流する接地システム、その二つを接続する引き下げ導体から構成される。従来は避雷針 (誘導針というのが正しい) の保

護角法であり、例えば避雷針の傘の下（例えば 60° ）は雷被害から保護されると考えられていたが、高層建築の壁面への落雷の増加や電子情報通信機器への被害の拡大など現状に合わないため、IEC などの国際規格も取り入れて 2003 年に JIS A 4201「建築物等の雷保護」が全面改定された。例えば受雷システムの配置は、従来の保護角法に加えて回転球体法（図 8 に示す雷電流の先端を球面でとらえる）とメッシュ法が追加された。また接地システムについては、接地抵抗値より接地システムの形状及び寸法を重視（接地抵抗の値の規定はない）するようになったこと、構造体（コンクリート内の相互接続した鉄筋など）を利用した統合単一接地システムを推奨し、導電位ボンディングの考えが取り入れられた。

内部雷保護システムは、電力線や通信線から侵入してくる雷サージから人と機器類を防護するもので、基本は接地を含めた等電位ボンディングと雷サージ防護装置の適用である。

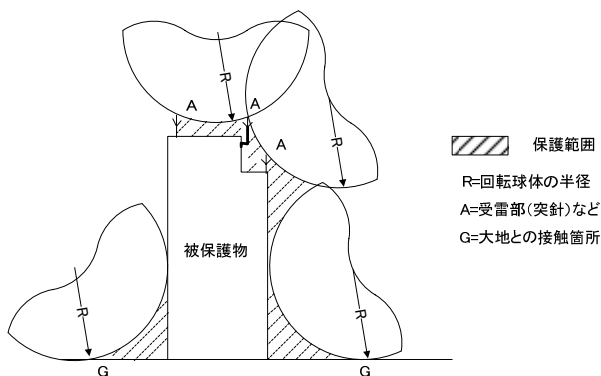


図8 回転球体法による保護範囲（JIS A4201:2003 を参照）

6.2.3 等電位ボンディングと雷サージ防護装置

(1) 等電位ボンディング

ボンディングとはすべての金属導体を接続して電位差を最小化することであり、保護導体で低インピーダンス接地することを等電位ボンディングという。従来共用接地あるいは同じ接地につながるといわれていたものをさらに推進し明確にしたものである。建物の鉄骨を利用した等電位ボンディングも施工事例が増加している。留意すべきことは機器と接地極とを結ぶボンデ

ィングのための導体は極力短くする必要があるということである。

(2) 雷サージ防護装置

マイコン内蔵の電気機器は過電圧耐性が小さいため、雷サージ等から機器を防護するために雷サージ防護装置(SPD: Surge Protective Devices)が有効である。

SPD には半導体型とギャップ型があり、広く使用されている酸化亜鉛(ZnO)は大きなサージ耐量と優れた制限電圧特性等の特徴を持っており優秀な SPD といえる。動作電圧の低い領域(1V~数十 V)では、トンネル効果を利用したツェナーダイオードと電子なだれ効果を利用したアンバランスダイオードがあり主に機器内に設置される。代表的な特性を表 4 に示す。

表4 サージ防護装置 (SPD) の特性

種類	動作電圧 (V)	応答時間 (μs)	電流耐量 (A)	静電容量 (pF)
酸化亜鉛 ZnO	10~ 10^3	0.01~ 0.05	10~ 10^3	$\sim 10^4$
シリコン系	10~ 10^2	0.001~ 0.01	10~ 10^2	~ 10

6.3 防爆電気設備

可燃性ガスや粉じんに着火して起こるガス爆発や粉じん爆発等のおそれのある危険場所に電気機器を設置する場合には、防爆構造の電気機器を使用することが義務付けられている。電気設備が存在しない状況での爆発災害については、着火源として静電気による放電火花が疑われる場合が多い。

電気機器の防爆構造と防護システムの主なものに、耐圧防爆構造、内圧防爆構造、安全増防爆構造、本質安全防爆構造、樹脂充てん防爆構造などがある。それぞれの防爆構造と防護システムにしたがって電気配線の防爆対策（電力用配線、防爆回路の配線）が行われる。

7. おわりに

電気設備への依存度が高いにもかかわらず、電気は怖いものなので専門家に任せておけばよいとする人たちがあまりにも多い。筆者は技術

士兼労働安全コンサルタントとして多くの職場を訪ねて現場の方々、技術者とお話しをする機会が多いが、電気が専門ではない製造系、技術系の方々の電気設備と安全の知識向上の必要性を痛感している。本稿はそうしたニーズを踏まえて記述したものである。



森山 哲

参考文献

- 1) IEC 60479-1,-2,-3,-4 Effects of current on human beings and livestock
- 2) JIS TR C-0023:2002-1 人間及び家畜に関する電流の影響 — 第1部:一般分野
- 3) IEC 60204-1:2005 Safety of machinery - Electrical equipment of machines - Part 1: General requirements
- 4) JIS B9960-1 機械類の安全性—機械の電気装置— 第1部:一般要求事項
- 5) IEC 60364-4-41 Low-voltage electrical installations - Part 4-41: Protection for safety - Protection against electric shock
- 6) JIS 0364-4-41 建築電気設備—第4—41部:安全保護—感電保護
- 7) 電気設備技術基準 経済産業省省令
- 8) 静電気安全指針 1988年3月(改訂), (独)産業安全研究所

1971年3月 成蹊大学 工学部 電気工学科卒業,
2006年3月 長岡技術大学大学院 工学研究科
機械系 機械安全工学専攻(修士課程) 修了
2006年4月から横浜国立大学大学院にてリスク
マネジメント専攻(博士課程),
1971年4月から山武ハネウエル株式会社にて制
御用計算機システムの開発, プラント制御装置
の設計, 安全システムの設計・試運転・調整を
経て1986年10月からハネウエル社。2002年森
山技術士事務所を開設, 労働安全コンサルタント
事務所を併設, 有限会社森山技術士事務所
に改組し現職, 同社代表取締役, 安全工学の研
究に従事, 日本信頼性学会会員, 安全工学会
会員, 日本技術士会会員, 日本労働安全
コンサルタント会会員他。