

## 静電気の発生事例と対策技術

### Examples of Occurrences of Static Electricity and Countermeasure Technology

小熊 直樹  
渡辺 充敏

Naoki Oguma  
Mitsutoshi Watanabe

#### 1. はじめに

建物では常に静電気が発生している。可燃性の粉体や揮発性物質を扱う生産施設では、静電気が火災の原因となる恐れがあるため、床を導電化などの静電気対策が行われるのが一般的である。

一方、オフィスや商業施設のような、通常静電気対策を行わない建物で、人が手摺や扉に触れた際に痛みを伴う静電気放電が発生すると指摘を受ける事例がある。このような指摘は乾燥して静電気が発生しやすくなる冬季に増加するが、条件次第では年間を通じて発生する場合もある。この場合、利用者に不快感を与えるため、対策を要求される。ここでは、静電気の発生要因と対策事例について紹介する。

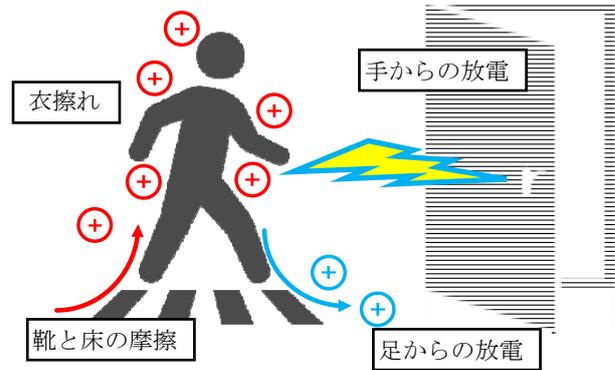


Fig. 1 人体の帯電と放電  
Charging and Discharging in the Human Body

#### 2. 静電気の発生と漏えい抵抗

##### 2.1 静電気の発生と緩和

Fig. 1 に人体の帯電と放電の概念図を示す。人体が静電気を帯びる要因として、摩擦帯電と剥離帯電が挙げられる。摩擦帯電は異種物体の摩擦による帯電であり、図のように歩行時の靴と床の摩擦や、衣服の摩擦により生じる。一方の剥離帯電は、密着している物体が引きはがされる時に発生する帯電であり、脱衣の際の帯電がこれに相当する。

蓄積した静電気は、扉などの金属部に触れると瞬時に放電され、帯電電位が高いと痛みを伴う場合がある。一方、人体の電位は蓄積されるだけではなく、足元からゆっくりと床へ放電され、人の電位量は緩和される。一般に帯電電位が3kV以上の場合には痛みを伴う放電と言われているため<sup>1)</sup>、3kVとにならないような放電経路があれば良いと考えられ、そのためには床面の導電性の確保が重要である。

##### 2.2 漏えい抵抗

Photo 1 に漏えい抵抗測定の様子を示す。漏えい抵抗とは人や材料のある位置から大地(アース)までの抵抗を指し、人体の抵抗、部材の抵抗、部材同士の接触抵抗、接地抵抗などをすべて総合した抵抗である。漏えい抵抗が1MΩ未満の材料は導体、1MΩ以上10GΩ未満の材料は電荷拡散性(導電性)材料、10GΩ以上は不導体と呼ばれる。漏えい抵抗が小さいほど、人体電位は緩和し易く、不導体のように漏えい抵抗が高い場合、人体電位の緩和は期

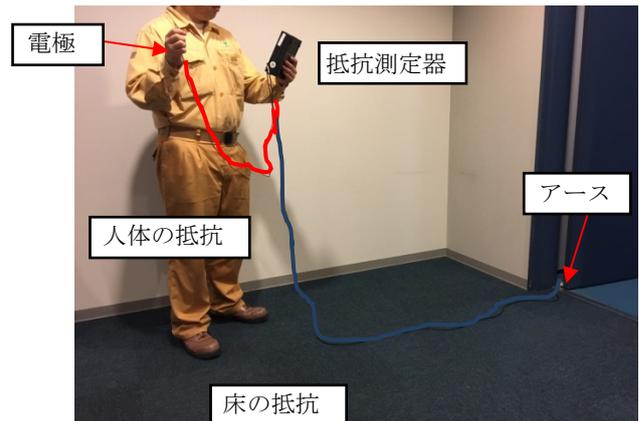


Photo 1 漏えい抵抗の測定  
Measurement of Electrical Leakage Resistance

待できず、静電気が蓄積しやすい。そのため、静電気放電の発生が指摘された時には床の漏えい抵抗を確認し、10GΩ以上の場合には人体から床面への放電による緩和が期待できないため、対策が必要となる。

#### 3. 対策例の紹介

##### 3.1 タイルカーペットを対象とした静電気対策例

某オフィスでは、竣工引き渡し後に建物内の什器等に触れると痛みを伴う静電気放電が発生し、業務に支障をきたしているとの指摘があった。対象の室の床はOAフロアであり、カーペットタイルが敷き詰められていた。漏えい抵抗の測定結果は10GΩから100GΩオーダーの抵抗であり、一般のカーペットタイルの抵抗(約1GΩ)と比較して10倍以上の値であった。漏えい抵抗が高くなった

原因として、OA 床を構成するパネルや束に電気抵抗の高い樹脂性材料が使用されているためと考えられる。電気抵抗が  $10G\Omega$  以上の材料は不導体であり、人体電位の緩和が期待できない状況であったため対策を実施した。

ここでは、市販のアルミテープを用いて対策を行った。タイルカーペットを剥がし、パネルの表面にアルミテープを貼り付け、床の導電化をおこなった (Fig. 2)。アルミテープの端部は扉の杓摺と接触させた (アース処理)。対策後の抵抗は  $1G\Omega$  となり、静電気の指摘は解決した。

上記の例では床全体に対策を行ったが、部分的な対策により人体の帯電電位を  $3kV$  未満にし、痛みを伴う静電気放電の発生を低減できると考えられる。一例として Fig. 3 のように扉に触れた際に静電気放電が発生している場合を想定する。冬季に蓄積される人体最大の帯電電位 ( $V_0$ ) を  $10kV^2$ 、人の歩行速度を  $1m/s$  とした場合、漏えい抵抗 ( $R$ ) と人体の静電容量 ( $C$ ) から人体の電荷緩和時間 ( $t$ ) を式 (1) より考慮すると、扉までの動線部約  $5m$  にアルミテープ対策を行えば、扉に触れる前に帯電電位 ( $V$ ) は、痛みを感じない  $3kV$  以下にすることが可能と考えられる。

$$V = V_0 * \exp\left(-\frac{t}{CR}\right) \quad (1)$$

### 3.2 ウッドデッキを対象とした静電気対策例

再生ウッドデッキ (人工木) は天然木と比較して耐久性に優れているため、屋外部でよく利用されている。しかしながら、人工木にはプラスチックが混ぜ合わされているため、漏えい抵抗が高い傾向がある (天然木の漏えい抵抗は約  $1M\Omega$  オーダー)。

竣工後数年が経過する某施設のウッドデッキでは、利用者が手摺や室内に入るために扉に触れた際に静電気放電が発生すると指摘があった。ウッドデッキの漏えい抵抗の測定結果は、 $100G\Omega$  オーダーの不導体であり、人体電位の緩和が期待できない状況であった。

ウッドデッキは、コンクリート上に敷設された根太鋼に金物で固定されている。人体が帯電する原因として、ウッドデッキの漏えい抵抗が高く、人体電位が緩和しづらいためと考えられる。ここでは、導電性ゴムを用いて対策を行った。

静電気放電が発生する手摺や、扉近傍のウッドデッキの溝部に導電性ゴムを設置した (Fig. 4)。固定金物、根太鋼、束は金属製の導体、コンクリートは導電性材料のため、人体電位の緩和経路に使用できる。そこで導電性ゴムを固定金物に触れるように設置し、歩行時に導電性ゴムと靴底が触れることで、人体電位が緩和する経路を確保した。導電性ゴムは柔らかく、ウッドデッキ表面から僅かにしかはみ出さず、利用者が躓かないよう配慮した。

対策後の漏えい抵抗の測定結果は  $1G\Omega$  オーダーと、対策前の  $100G\Omega$  オーダーから  $1/100$  以下に低下し、静電気放電の発生頻度が低減した。



Fig. 2 アルミテープによる床の導電化  
Improvement of Floor Conductivity by Aluminum Tape

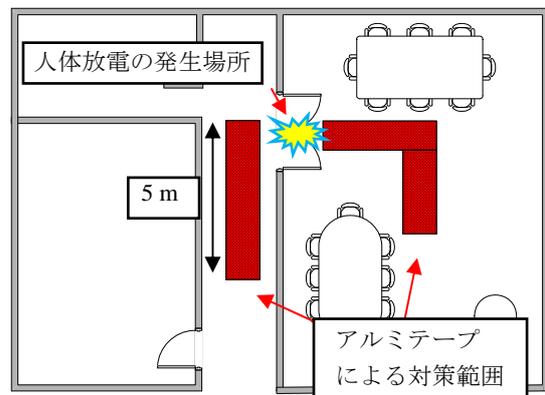


Fig. 3 対策の例  
Examples of Countermeasures

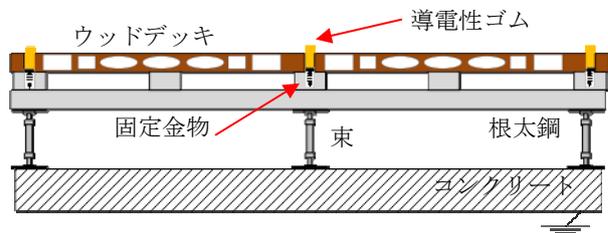


Fig. 4 ウッドデッキの静電気対策  
Static Electricity Countermeasure of Wood Deck

## 4. まとめ

以上、静電気の問題発生例と対策事例についての紹介を示した。建物品質向上のために、引続き対策案について検討を続けていく。

## 参考文献

- 1) 独立行政法人 労働安全衛生総合研究所：労働安全衛生総合研究所指針 静電気安全指針 2007, pp. 38-39, 2011.12
- 2) 森山哲：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-安全工学誌, Vol. 46, No. 3, pp. 136-143, 2007.6