

# 放射性同位元素による静電気の除去に関する研究(第1報)

電 気 課 上 月 三 郎  
坂 主 勝 弘  
田 中 隆 二  
遠 藤 健 治

## 1. ま え が き

可燃性ガス蒸気または粉じんが存在する爆発危険場所において静電気が発生する場合には、帯電電荷の放電火花が引火(着火)源となって爆発災害を生ずるおそれがある。このため、有効かつ安全に帯電電荷を除去することが必要である。

静電気除去には、従来より種々の方法があり、それぞれ静電気帯電体の物理的、化学的性状、現場の実情等に応じて適切な方法が採用され、効果を発揮している場合が少なくない。これらの一つとして空気をイオン化して静電気を中和する方法がある。

空気をイオン化する方法としては、直流または交流の高圧電源からのコロナ放電による方法、放射線による方法などがある。高圧電源による方法は、いわゆるコロナ放電式除電器として従来より広く使用され、その実績を有しているが、露出した電極部には一般に数KVの高電圧が印加されており、万一接地体がこれに接触した場合には、そこで電気火花を発するため、爆発危険場所の静電気除去の目的に使用することは一般に危険である。これに対して、放射線による方法は、放射性同位元素(以下単にRIと記す)を利用することにより、特別な電源や装置を必要としないので、放射線の人体に及ぼす作用を避けるための防護を考慮すれば、爆発危険場所の静電気除去の目的に安全に使用することができる。

放射線による静電気除去は定性的にはかなり以前から知られていたが、RIが人工的に容易に入手できるようになってから、諸外国においても繊維工業などの一部の産業で実用化されている。わが国では戦後RIの入手の困難なことも理由の一つとなり、この方面の研究がやや遅れ、未だほとんど工場、事業場において、RIを利用した静電除去器が実用に供されていない。幸い、ようやく国産のRIも入手できる段階に達してきたので、RI除電器に関する実用研究が進むならば経済的にも使用で

きる可能性がある。そこで、ここでは実際の工場などで静電気が帯電して危険な工程、特に火薬類製造工程における除電実験のため、その基礎として重要なシート上の静電気を除去する実験を行なったのでこれについて報告する。

## 2. 放射線による除電

### 2.1 放射線の種類とRIの選択

表1は、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線および $\gamma$ 線の空気のイオン化能力および物質の透過力を定性的に比較したものである。同表において空気のイオン化能力が大きいことは、除電能力が大きいということであり、静電気除去の目的からいえば、イオン化能力の大きい放射線の方が望ましい。また、透過力が大きいということは、それだけ人体を放射線から防護することが困難なことを示している。 $\alpha$ 線は以上のようなことから、除電能力が大きく、透過力が小さいので静電気除去に望ましい性質をもっている。 $\gamma$ 線は $\alpha$ 線とは性質が逆であるので実用性が乏しい。 $\beta$ 線は $\alpha$ 線と $\gamma$ 線との中間の性質を有しているが、除電能力もかなり大きく、透過力も容易にしゃへいにより防ぎうる場合が多いので実用性がある。

表1 放射線の比較

種 類	$\alpha$ 線	$\beta$ 線	$\gamma$ 線
区 分			
イオン化能力	大	中	小
透 過 力	小	中	大

単に放射線の性質のみの点から比較すると、 $\alpha$ 線と $\beta$ 線が利用されるが、実際には、さらに、 $\alpha$ 線、 $\beta$ 線を放射するRIを選択するための問題点が残っている。RIを選択する場合には、放射する放射線の種類、寿命、エネルギー、経済性、取扱上の安全性などを考慮しなければならない。このような点に着目すると、純粋に $\alpha$ 線のみを放射し、寿命もかなり長いRIは存在しない。

またα線源に対して、薄くて丈夫な防護被膜を作ること  
は困難で、万一飛散した場合の内部曝射の危険度が大きい  
ので、現在は未だα線による静電気除去は線源上の制  
約が大きい。これに比べてβ線のみを放射するRIは寿  
命も適当なものがあり、安全性も得られやすいので実用  
性がある。したがって、β線による静電気除去がもっと  
も実用性が高い。諸外国の例でも、β線によるものが多  
いが、α線を使用する例も稀ではないようである。

**2.2 放射線による空気のイオン化と除電の原理**

放射線が空気中を通過すると、空気の気体分子と衝突  
し、直接または間接に気体分子から核外電子をたたき出  
す。核外電子を失なった気体分子は正イオンとなる。一  
方、核外電子はそのまま電子として熱運動を続けるうち  
に他の中性分子と衝突し、両者の運動エネルギーが小さ  
いときには付着して負イオンを形成する。

正負のイオンのうち、帯電した静電荷と異符号のもの  
は、帯電体によって生ずる電界の作用を受けて引きつけ  
られ、帯電体の表面に到達して中和し、他方帯電体と同  
符号のイオンは、付近の接地体に引きつけられて中和す  
る。これがイオンによる中和除電の原理である。この場  
合、除電率は、イオン濃度、電界の強さ（電位の傾き）、  
帯電体の形状、寸法および帯電体の付近の接地体の形状、  
寸法、幾何学的配置などに依存する。

**2.3 イオン対の生成と電界によるイオンの運動**

10 KeV 以上のエネルギーを有するβ線が、空気中で  
イオン対1個を生成するためには、約32.5 eVのエネル  
ギーを必要とすることが実験的に明らかにされている。

1 キュリー(c)のRIは毎秒 $3.7 \times 10^{10}$  個だけ崩壊する  
ので、平均エネルギー（β線のエネルギー分布は連続ス  
ペクトルとなっているが、平均エネルギーは近似的に最  
大エネルギーの $1/3$ 程度である）E (MeV) のβ線源がI  
(c)だけ存在し、すべてのβ線が全部空気のイオン化に利  
用できると仮定すると、毎秒当りの生成イオン対の数  
 $N_0$  はつぎの式で表わされる。

$$N_0 = (3.7 \times 10^{10} \times I) \times \frac{E \times 10^6}{32.5} \text{ (個/sec)} \dots\dots(1)$$

たとえば、最大エネルギーが0.766 (MeV) のβ線を  
放射する  $Tl^{204}$  が5 mc 存在すれば、 $N_0 = 7.2 \times 10^5$  と  
なる。

線源が点線源で、これからβ線があらゆる方向へ等し  
い確率をもって放出され、これがすべて空気のイオン化  
に寄与するものとし、また付近にある接地体の影響を無  
視すると除電に利用しうるイオン対の数Nは、線源から  
帯電面を見た立体角 $\omega$ にほぼ比例すると考えることがで  
きる。

しかし、実際には、β線の吸収散乱、直進性、各スペ  
クトルにおける電離能の大小などによって、生成するイ

オン対の数がこのようにはならない。また除電器として  
利用する場合には、線源がある寸法を有していること、  
線源の幾何学的配置、周囲の接地体の構造、配置などの  
多くの因子が影響する。

これらの因子をすべて考慮したときのイオンの利用効  
率を $\eta$ とすれば、Nはつぎの式で与えられる。

$$N = \eta \frac{\omega N_0}{4\pi} \text{ (個/sec)} \dots\dots(2)$$

このようにして生じたイオン対は、付近に帯電体が存  
在すれば、その電界の向きに沿って移動する。この場合  
の移動速度をS (cm/sec) とすると、

$$S = \mu \frac{E}{p} \text{ (cm/sec)} \dots\dots(3)$$

である。ただし、 $\mu$ はイオンの移動度 (cm/sec/v/cm)、  
Eは電界の強さ (v/cm)、pは気圧とする。空気中にお  
ける正イオンおよび負イオンの移動度は、それぞれ、  
 $\mu^+ = 1.37$ ,  $\mu^- = 1.8$  程度とされている。したがって、た  
とえば、負イオンが1気圧の空気中を1,000 v/cmの強  
さの電界によって30cm 移動するときの速度は18m/sec  
で、約 $1.8 \times 10^{-4}$  secの短時間で移動する。

**2.4 イオン対の再合**

放射線によって生成される正負のイオンは、電界に沿  
って移動するが、その間に互いに結合し、帯電除去に利  
用される前に、その一部が中和して消滅し、イオン数  
の数が減少する。正または負のイオンが再合する割合は、  
正イオン密度（単位体積当りのイオン数） $N^+$  または負  
イオン密度  $N^-$  の積に比例するから、つぎの式が成立す  
る。

$$-\frac{dN^+}{dt} = -\frac{dN^-}{dt} = \rho N^+ N^- \dots\dots(4)$$

ここで $\rho$ は比例常数で再合係数といわれ、気圧、温度  
最初のイオン密度、電離後に再合するまでの時間など  
によって若干変化するとされているが、空気中では約  
 $1.6 \times 10^{-6} \text{ cm}^{-3}/\text{sec}$  である。

一方、イオンの生成速度は線源の強さに比例するので、  
ある時間の経過後には、生成イオン対の増加と、再合  
によって失なわれるイオン対の減少の割合が等しくなり、  
そこで平衡イオン数に到達する。この平衡イオン数は、  
近似的に線源の強さの平方根に比例する。

平衡イオン数に達しているとき、その線源を除いた場  
合、イオン数が半減するまでの時間Tは、正負のイオン  
密度を等しくn (cm<sup>-3</sup>) とすると、(4)式から、

$$-\frac{dn}{n^2} = \rho dt$$

$$\therefore \int_0^T dt = - \int_n^{\frac{n}{2}} \frac{dn}{n^2}$$

$$\therefore T = \frac{1}{n\rho} \text{ (sec)} \dots\dots(5)$$

$n = 10^7 \text{ (cm}^{-3}\text{)}$  とすると  $T = 0.06 \text{ (sec)}$  となり、 $n =$

$10^5(\text{cm}^{-3})$  では  $T \approx 6$  (sec) となる。したがって、電離によって生じた空気中のイオン対が、帯電電荷によって生ずる電界の向きに沿って移動する時間中に再合で失われる数は、再合時間がイオンの移動時間に比較して一般に十分に小さいため、これをほとんど無視することができる。しかし、イオン密度がきわめて大きいかまたはイオンの移動距離が非常に長ければ、再合によって失な

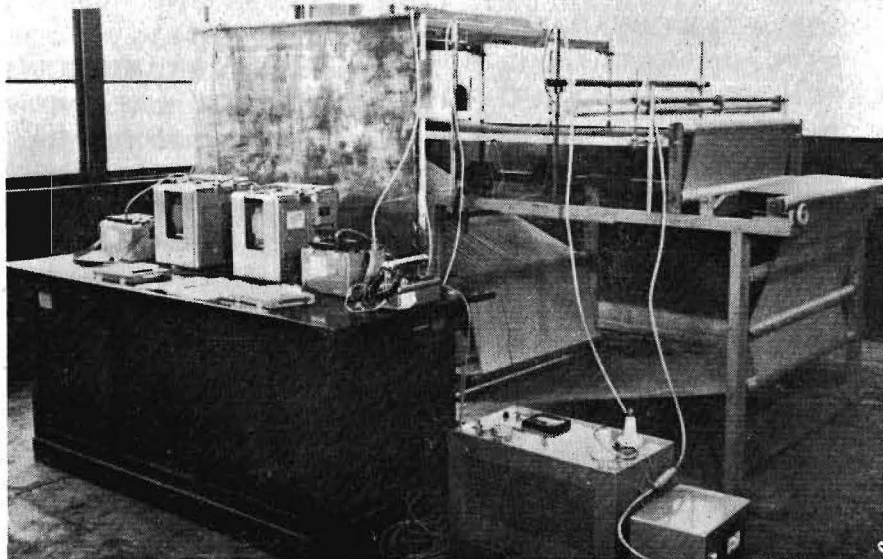
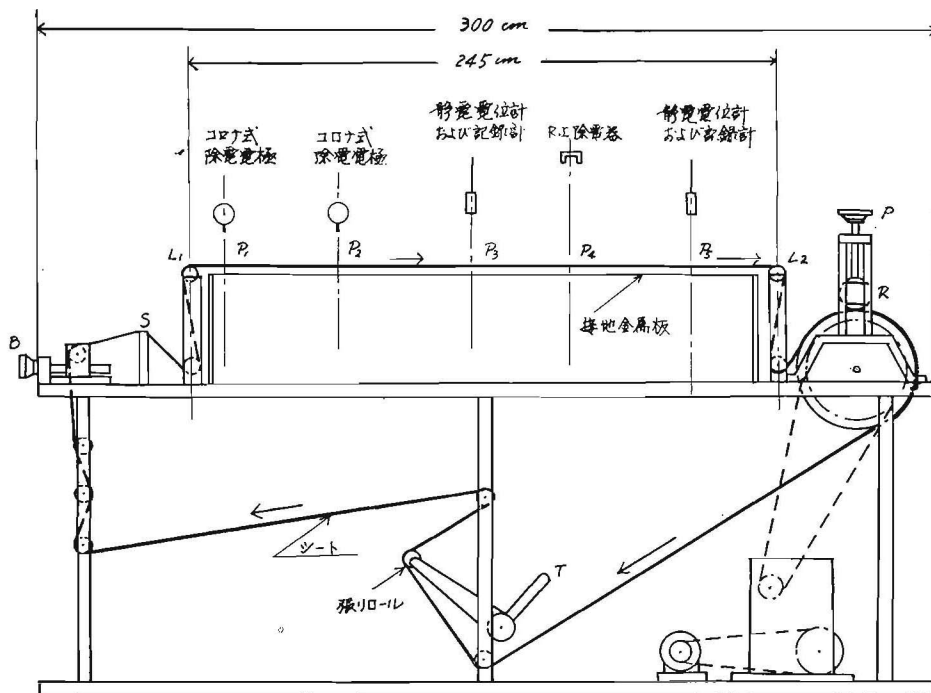
われるイオン数を無視できなくなる。

### 3. 実験装置および実験方法

実験装置は図1に示すような構造のもので、幅約1mのビニルシートが各ロールを介して endless に可動するようになっている。

シートの可動速度は電動機—変速機により連続的にあ

図1 シート除電実験装置



る範囲変化することができるようになっており、実験に使用するシートの部分  $L_1-L_2$  (長さ約 2.45 m) がつねに水平に保たれるように、張力を調節する装置 T を取り付けた。S はシワ伸し器、P はゴムロール R の押さえ圧力調整器、B はシートの片寄りを修正する調節器である。ゴムロール R を除き、他のロールはすべて金属ロールである。また、測定中のビニルシートの電位の変動を防ぐために、 $L_1$  と  $L_2$  間のシートの下部 6 cm のところに、接地した幅約 1 m の金属板を取り付けた。

以上のような装置によってビニルシートを連続可動させておきながら、まず  $P_1$  の位置にコロナ放電式除電器 (ニードル電極の配列の長さ約 1 m) を置き、各ロールを通じて可動してきたときに発生したビニル面上の帯電電荷を完全に除去した。続いて、ビニルシートが  $P_2$  の位置に来たときに、コロナ発生用電極に正または負の高

電圧を印加することにより、任意の極性の電荷をシートに必要な量だけ与え、シートの電位を調節するようにした。この電位は  $P_3$  の位置に置いた記録計付き静電電位計で連続的に測定できるようになっている。

帯電したビニルシートが  $P_3$  を通過して  $P_4$  に近接すると、上方に置かれた R I (タリウム-204:  $Tl^{204}$ ) からの  $\beta$  線によってシートが照射され、シート上の電荷が一部除電される。除電の結果、シートの電位は低下する。この低下した電位は  $P_5$  の位置にある電位計で再び連続記録測定しうようになっている。移動中のビニルシートの電位はつねに  $P_3$  の電位計で監視し、除電前のシートの電位が変化しないことを確認しつつ  $\beta$  線による除電を行なった。帯電したシートが  $P_3$  から  $P_5$  まで移動する間に、R I による照射がなくとも、シートの電位変化がほとんど認められなかったため、R I による照射が無い場

図2 線源の形状および寸法 (単位mm)

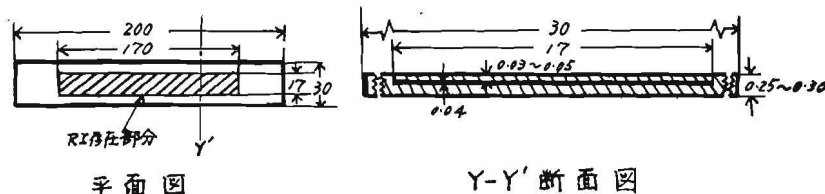
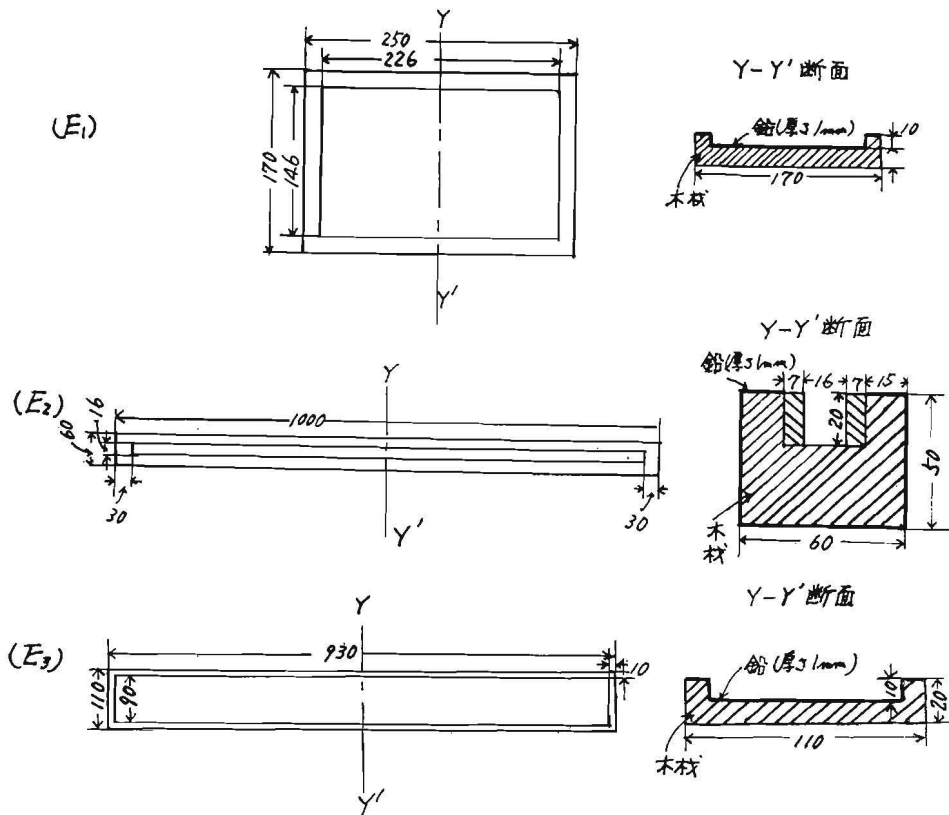


図3 R I 取付用各種収納器 (単位mm)



合および照射があった場合の電位を、 $P_3$ の位置の電位計に接続した記録計の同一記録紙に記録して比較する方法をとった。

線源には5 mc または 15 mc の  $Tl^{204}$  を数個用意し、これらを適宜組合わせて配置し使用した。線源はいずれも硫酸タリウム塩を銀のベースの上に蒸着し、その上をさらに厚さ約 0.03mm の銀で被覆し保護されている。形状、寸法は図 2 に示す通りである。

実際にこれらの線源を使用する場合には、図 3 に示すように厚さ 1 mm の鉛板で内張りまたは外張りをした各種の木製収納器の中に固定して照射するようにした。

実験中、照射する  $\beta$  線が  $P_3$  に置かれた電位計の指示に対して、ほとんど影響を及ぼさない程度に  $P_3$ - $P_4$  間の距離を十分な大きさにとった。

なお、 $\beta$  線の照射前後におけるシート上の電荷量およびシート電位を、それぞれ  $Q_1$ ,  $Q_2$  および  $V_1$ ,  $V_2$  とすれば、シートの対地容量  $C$  が一定に保たれるとして、 $\frac{V_2}{V_1} = \frac{Q_2}{Q_1}$  である。したがって、シートの電位の変化を測定することにより、除電後のシートの残留電荷率  $\frac{Q_2}{Q_1}$  が求められる。この実験では、このような残留電荷率により除電性能を評価する方法をとった。

## 4. 実験結果および考察

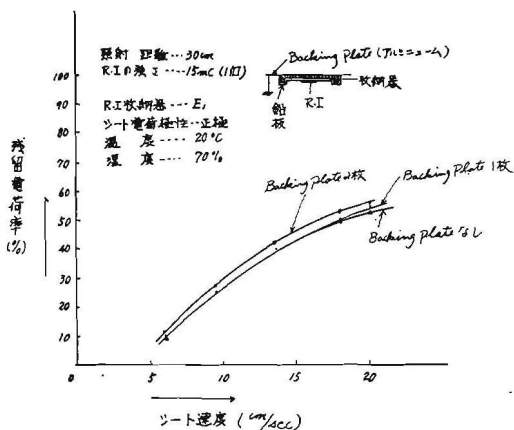
### 4.1 予備実験

#### (1) Backing Plate の大きさと除電性能

R I からの放射線による空気イオンの動きは、その付近にある接地体の影響を受ける。この実験の遂行にあっても、基本的に実験装置が接地体として、どのような影響をもっているかを予め調べておく必要がある。また金属製しゃへい材を接地体とした場合、その除電性能に及ぼす効果も知る必要がある。

ここでは 15 cm の線源を収納器  $E_1$  の中心に取り付け、シートの上 30 cm の位置に固定し収納器の背部に、長さ 90 cm、幅 35 cm のアルミニウム板 (これを Backing Plate とよぶことにする) を 1 枚および 2 枚取り付けた場合、ならびに、全然取り付けない場合について比較した。いずれの場合にも、収納器の内張りの鉛板および付加した Backing Plate は接地した。これらの実験結果を示すと図 4 の通りである。すなわち付加した Backing Plate の大きさが除電性能に及ぼす影響はほとんど認められず、この実験範囲では、Backing Plate は除電性能に関係がないといえることができる。ただ、ここで Backing Plate が無い場合といっても、それは収納器の内張り鉛板が実際には Backing Plate としての作用しており、仮りに線源を収納器に取り付けないで実験するとしても、線源自身がやはり Backing Plate としての役

図 4 Backing Plate の大きさと除電性能との関係



割をもつことを避けることができない。線源、収納器鉛板およびアルミニウム Backing Plate の大きさを比較すると表 2 のようである。アルミニウム Backing Plate 2 枚と鉛板の大きさの比率は約 15 : 1 である。すなわち線源をこのような構造の収納器に入れた場合には、それが Backing Plate としての役割が大きく、それ以上別に大きな面積の Backing Plate を特に取り付けても除電性能にはほとんど関係しないことがわかった。この理由は、線源が帯電面を見る立体角の中に大部分のイオン対が生ずるので、Backing Plate によって電気力線の密度が多少変化しても、除電性能に大きな変化がなかったのではないかと考えられる。したがって、以下の実験でも、線源を収納器にのみ入れ、特別な Backing Plate を取り付けないで実験を行なった。

表 2 Backing Plate の大きさ比較

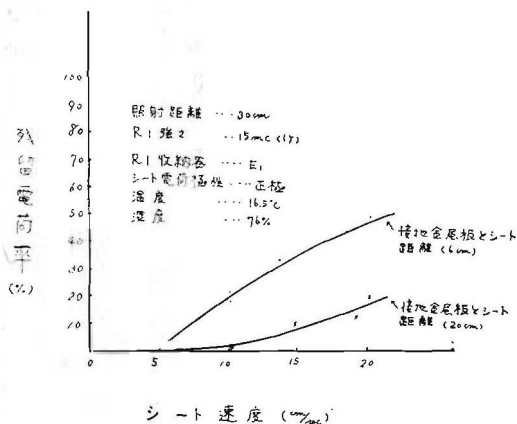
種 類	面積 (cm <sup>2</sup> )	比 率
線 源	60	0.15
収納器 ( $E_1$ ) の鉛板	425	1
アルミニウム板 (1 枚)	3,150	8
アルミニウム板 (2 枚)	6,300	15

#### (2) 接地金属板の有無と除電性能

実験上、図 1 に示した装置には、ビニルシートの下部約 6 cm の位置に接地金属板を取り付け、測定中のシートの電位の浮動を防ぐようにした。しかし、実際には、たとえばビニル印刷装置にはこのような接地板は取り付けられていないわけである。接地板をこのような配置にすることは、シート上の電荷からの電気力線の多くを下方に向かわせることになって、除電性能は低下する筈である。そこで、まず接地金属板をシートの下部 6 cm および 20 cm に取り付けて、その除電性能に及ぼす効果を比較した。

15mc の線源 1 個を、収納器・E<sub>1</sub> の中心に貼りつけ、これをシート上 30cm の高さで、シートの幅の方向と線源の長さの方向を一致させて固定した。図 5 は、シートの移動速度を変化させながら得られた結果を示すもので、明らかに接地板がシートに近い方が残留電荷率が大きくなっており、除電性能が悪くなっている。接地板を 20 cm 離れた場合は、6 cm 離れた場合と比べて除電性能がかなり良くなっている。一方、シートの上部に置かれた線源は、鉛で内張りした収納器に入れられており、その高さはシート上 30cm の位置にある。収納器の鉛板は、線源のベースと電気的に接触しており、ともに接地した状態になっている。シートの上および下にそれぞれ置かれた収納器鉛板と接地金属板との面積ならびに、シートからの距離の大小を考慮すると、接地金属板をシートの下部 20cm に離れた場合でも、その除電性能に及ぼす影響は未だかなり大きく、取り外すかまたは十分に離せばさらに残留電荷率は低下するものと予想される（実験の都合上、接地金属板を取外して行なわなかった。）したがって、しゃへいの目的に、シートの下部に金属以外の材料を使用すれば除電性能の上からも好ましいといえることができる。

図 5 接地金属板の有無と除電性能との関係



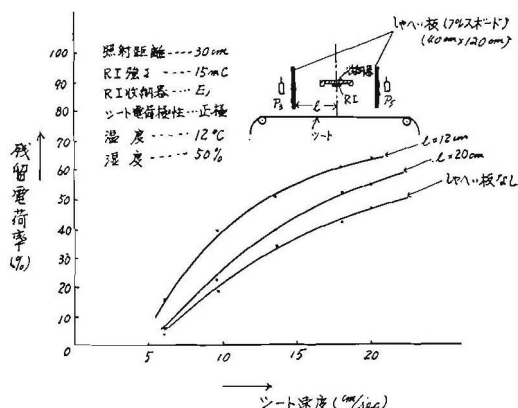
なお、以下の実験ではすべて接地金属板を取り付けた状態で除電性能を調べた。

(3) 横側部しゃへい板の有無と除電性能

線源からシート上に放射されるβ線が付近の作業者に与える悪影響を防止するため、実際にRIを使用する場合には、周囲を防護する必要があるが、このうち、RIの横側部をしゃへいしたときの除電性能について実験した。

しゃへい板には、長さ120cm、幅40cm、厚さ3mmのプレスボードを2枚使用し、それらを図6のように、線源と電位計の中間の位置に配置した。線源と

図 6 シャへいによる除電性能の影響



しゃへい板との距離を 12cm および 20cm とした場合ならびにしゃへい板がない場合について、実験した結果は図6に示す通りである。しゃへい板と線源との距離が大きいほど一般にβ線によるイオン対の数が多くなり、したがって除電性能も向上する。

この場合、しゃへい板として接地金属板を使用することは、除電性能がかえって低下するおそれがある。それは板の端がシートに近接しているため、シートからの電気力線はしゃへい板に向かうものが多くなり、生じたイオン対を有効に利用できなくなるからである。以下の実験ではすべてしゃへい板なしに行なった。

4.2 RI の照射距離（高さ）と除電性能

RI の照射距離が、小さすぎると、β線による空気中のイオン化が十分に行なわれる前にβ線が消滅するので除電性能は低くなる。逆に照射距離が大きすぎると、生じたイオンの帯電面への吸引力が弱くなって除電性能が低くなる。したがって、この中間に最大の除電性能を与える最適除電距離が存在する。

図 7 照射距離と除電性能との関係(1)

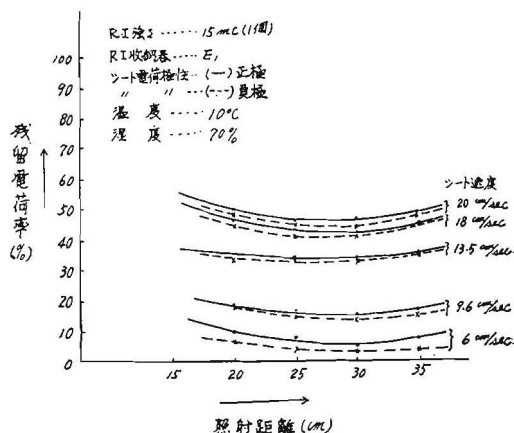


図8 照射距離と除電性能との関係(2)

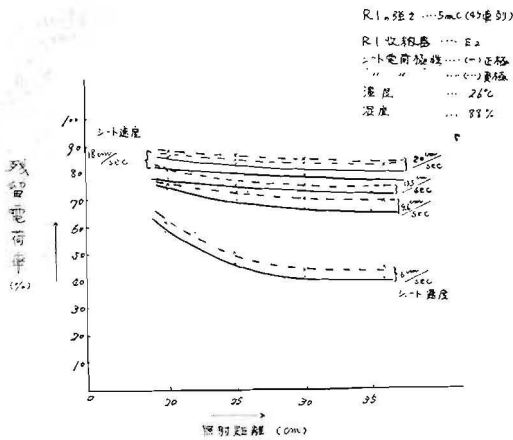


図9 照射距離と除電性能との関係(3)

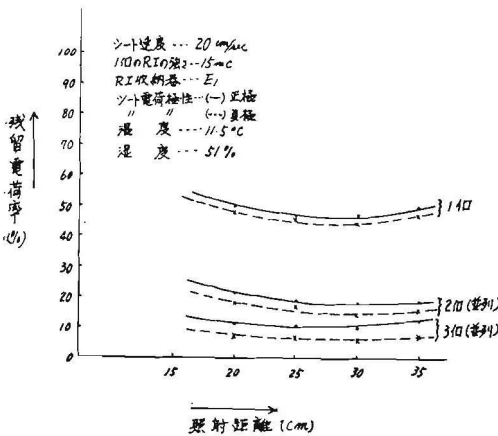


図7, 図8および図9は、照射距離と残留電荷率との関係を示す実験結果である。

図7の場合は、15mcの線源1個をシートの中心部の上方で、線源の長さの方向とシートの幅の方向を一致させて配置し、シート速度および帯電電荷の極性をパラメータとして得られた結果である。これによると、いずれの実験の場合にも、照射距離が30cm程度において、残留電荷が少なく、もっとも除電性能が高くなっている。

図8は、5mcの線源4個をシートの幅の方向に一直線上に並べて照射した場合の結果である。図7の場合と同様にシート速度と帯電電荷の極性をパラメータとしたが、この場合も、30~35cmの照射距離が最適と認められる。

図9は、15mcの線源を、それぞれ1個、2個および3個使用して得られた実験結果である。いずれの場合にも、線源は長さの方向とシートの幅の方向を一致させ、2個および3個の場合には、並列にして、一直線上に並べ、シートの幅の中心部に配置して照射した。この結果

でも最適距離は約30cmになっている。

いまE (MeV) (ただし、E>0.01とする)なるエネルギーをもったβ線が空気中を直進し、その途中で電離を生じてすべてのエネルギーを失なうものと仮定するとき、到達する最大距離をlとすると、

$$l = \frac{E \times 10^6}{32.5} \times \frac{1}{\epsilon} \text{ (cm)} \dots \dots \dots (5)$$

ただし、εはβ線の比電離能(1cmのβ線の飛跡にできるイオン対の数)である。β線のエネルギー分布は連続スペクトルであるので、Tl<sup>204</sup>の場合、平均エネルギーが0.25 (MeV)のβ線を放射すると仮定すれば、ε=280 (平均)として、lは約28cmになる。実際にはβ線のエネルギー分布、その他の多くの要因が作用しており、これらがどの程度除電性能に影響するのかを解析することは困難である。

### 4.3 RIの強さと除電性能

式(1)および(2)から明らかなようにRIの強さが強いほどイオン対の生成速度が大きくなり、一般に除電性能が向上する。

図9は15mcの線源を1個、2個および3個使用した場合の実験結果である。平衡イオン数は線源の強さの平方根にほぼ比例するから、ある強さの線源で照射した場合の残留電荷率をη<sub>r</sub>とすれば、線源の強さがこのm倍になったとき生じたイオン対が全部除電に使用されるとすると、残留電荷率 mη<sub>r</sub> はつぎのように与えられる。

$$m\eta_r = \{1 - \sqrt{m} (1 - \eta_r)\} \times 100 \text{ (%) } \dots \dots \dots (6)$$

図9の場合を例にとると、15mcの線源1個を使用したときの最小残留電荷率は、照射距離が30cmで、約50%となっている。すなわち η<sub>r</sub>=0.5である。したがって、線源が30mcおよび45mcの場合には、<sub>27r</sub>η<sub>r</sub>=0.3および<sub>37r</sub>η<sub>r</sub>=0.13となる。実験結果では、残留電荷率がいずれもこれより小さくなっている。これは15mcの線源が同一寸法で30cmまたは45cmになったのではなく、15mcのものを並列に2個または3個配列して照射したため、線源の寸法が大きくなり、したがって、照射範囲が広がり、照射時間が1個の線源を置いた場合に比べてやや長くなったためと考えられる。

なお、図8の場合には、5mcの線源4個をある間隔をおいて直列にして、シートの幅の方向に置いて照射したものであるが、図7または図9の実験結果と比較すると、著しく除電性能が悪くなっている。この理由の一つは線源の強さと、シート電位の測定箇所によるものである。すなわち、図7および図9の場合には15mcの線源によって、もっともよく除電されたと考えられる部分のシート面上に対向して電位計のプロブが置かれたのに対し、図8の場合には、5mcが4個直列に使用されたものの、それらの間隔が約5cmあり、電位計のプロブ



ブは、ちょうどこの間隔に対応するシート上に向けられていたため、もっとも除電されていない部分のシート電位を測定したからである。また、他の重要な理由は、使用した収納器の構造による。図8の場合の収納器E<sub>2</sub>は、図3から明らかなように線源から照射面を見る立体角が非常に小さくなっている。したがって生成されるイオン対の数が少なかったからと考えられる。

#### 4.4 シートの移動速度と除電性能

シートの移動速度が小さいほど照射時間が長くなり、除電性能が向上する。したがって、残留電荷率はシートの移動速度にほぼ比例すると考えられる。

いまつぎのようにおいて、除電に必要なシートの最高移動速度を求めてみる。

- v = シート速度 (cm/sec)
- $\sigma$  = シートの表面電荷密度 (クーロン/cm<sup>2</sup>)
- l = シートの幅 (cm)
- e = イオン1個の電気量 (クーロン)

シートによって運ばれる単位時間当たりの電気量は、 $v \cdot l \cdot \sigma$  である。一方、RIによって生ずるイオン対でシートの除電に利用できる個数が式(2)によって与えられるとすると、つぎの式が成立する。

$$v l \sigma = \eta \cdot \frac{\omega}{4\pi} \cdot No \cdot e$$

$$\therefore v = \eta \cdot \frac{\omega \cdot e}{4\pi l \sigma} No \dots\dots\dots(7)$$

すなわち、発生したイオン対が全部除電に使われると仮定したときのシートの最高移動速度は、線源から照射面を見た立体角および線源の強さに比例し、シートの表面電荷密度に反比例する。

図10 シートの速度と除電性能との関係

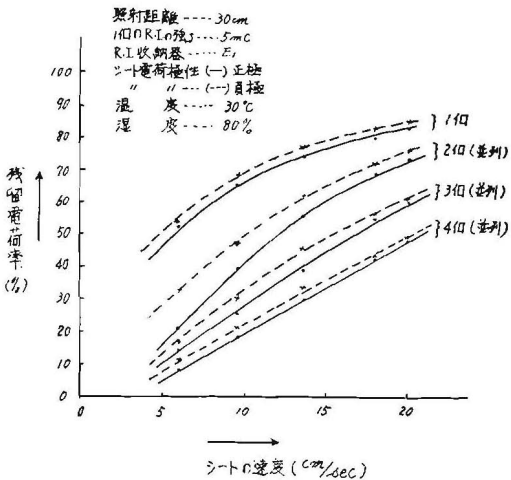


図4、図5および図6はいずれもシート速度を横軸にとって除電性能の変化の様子を示したものであるが、速

度が大になるにつれて、残留電荷の増加率がやや小さくなる傾向がある。これはシート速度がかなり大きくなったとき、シート表面付近に生ずるイオン対が除電に寄与しなくなるからであろう。また図10は、線源の強さをパラメータとしたときのシートの移動速度と残留電荷率との関係を示したものである。RIは4個まで並列に配置し、これを収納器E<sub>1</sub>に取付けて照射した。残留電荷率は、RIの線源の強さの増加とともに小さくなっており、これが式(6)で計算した率よりも小さくなっているのは、やはり、線源の幾何学的寸法が大きくなったからと考えられる。

#### 4.5 帯電電荷の極性と除電性能

帯電電荷の極性によって、除電性能がやや異なることが考えられる。その理由の一つとしては、たとえば正負のイオンの移動度の差がある。一般に空気イオンの場合には負イオンの移動度が正イオンの移動度より大きく、したがって、帯電電荷が正極の場合の方が除電速度が大きいと考えられる。

しかし、そのときの正負イオンの密度に差があれば、必ずしもそのようになるとは限らない。

図9および図10によると線源の強さが5mcと15mcの場合の除電性能を帯電電荷の極性によって比較できる。15mcの場合には負極に帯電している方が除電しやすいが、5mcの場合には正極に帯電している方が残留電荷率が小さくなっている。図7および図8の場合にも同様のことがいえるが、収納器が異なっていることと、図8の場合には、5mcの線源を4個直列に使用している。しかし、これらの相違は、除電すべき電荷の極性に根本的な差異を生ずるものとは考えられない。

実際には空気の温度、湿度なども関係するのではないかと考えられる。

しかし、いかなる理由にせよ、帯電電荷の極性によって残留電荷率に著しい差はないことは明らかである。

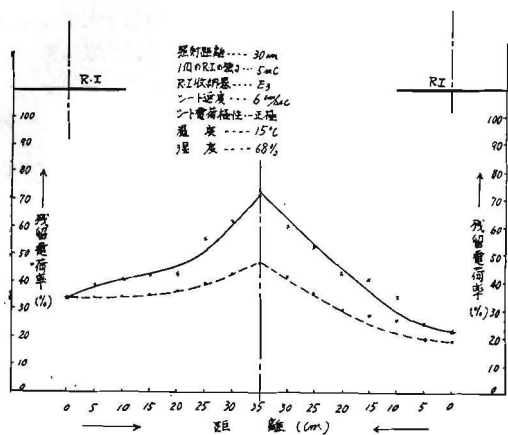
#### 4.6 線源の配置と除電性能

線源の長さは、一般にシートの幅に比べてかなり小さい。したがって、シートの幅全体にわたって一様に除電効果を上げるためには、線源を数個使用しなければならない。この場合、何個必要であるか、またそれをどのように配置するかを決めるには、1個の線源のもつ除電区域と除電効果の程度を求めなければならない。

図11は、5mcの線源を2個用意し、それらを1個ずつシートの両端で高さ30cmの照射距離に配置した場合の結果である。実線は線源のいずれか一方のみが置かれたときの残留電荷率、点線は両側に同時に線源が置かれたときの残留電荷率をシートの幅の方向における各点で測定した結果である。2個の線源の中間部の残留電荷率



図11 RIの配置とシート上の残留電荷の分布



がやや高いが、これに相当する位置に5mcより小さな線源を置くことによりシートの各部の残留電荷率を平坦

にすることができる。

## 5. 結 語

火薬類などの粉体の有する静電気をRIによって除電する場合の基礎的な実験として、ビニルシート上の帯電を除去する実験を行なった。この結果、一応満足すべき結果が得られたが、実際に使用する場合のしゃへい材の配置や材質についてなお検討すべき点がある。

本研究は科学技術庁原子力試験研究費によって行なわれたものである。

## 参 考 文 献

- 1) 放電現象 (電気学会大学講座) 電気学会
- 2) 放射線測定装置 (原子力工学講座) 共立出版社
- 3) β線による繊維の静電気除去 (名工試所報) 長谷川 他

## The measurement of the slipperiness of walkway surface

Hidetaka Uno  
Kinichi Kinoshita

In case the floor is slippery, everyone has much difficulty for walking and sometimes he slips and falls down. Moreover accidents will likely to happen owing to the fall. Although it seems very important to measure the slipperiness of the floor, a satisfactory method of measuring it has not as yet established.

This paper presents several basic data about an instrument to measure the slipperiness of the floor.

Contents of this paper are as follows ;

1. Preface
2. Mechanism of human walk and floor slipperiness
3. Slipperiness coefficient
  - 3.~1. Impact type testing instrument for measuring of the floor slipperiness.
  - 3.~2. Several problems of the testing instrument.
  - 3.~3. Improvement of the testing instrument.
4. Experiments concerning to the floor finishing and their slipperiness.

## Research into Elimination of Static Charges by means of Radioisotopes ( 1st Report)

By S. Kohzuki,  
K. Sakanushi,  
R. Tanaka,  
K. Endoh,

In hazardous locations where explosive dust-air or gas-air mixtures may be present, static charges generated and accumulated on surfaces of highly insulating materials are required to be eliminated by appropriate methods.

One of conventional and efficient methods of eliminating static charges on insulating materials is to produce sufficient numbers of ion pairs in the atmospheres by means of needles with high voltage. This method, however, is not recommended in hazardous locations as there exist naked live parts and any unauthorized persons may tamper with the live needles or something might touch them on their points by accidents, causing sparks capable of ignition of the atmospheres, and eventually leading to an explosion or fire.

In place of high voltage needles, ion pairs are easily produced in the air by radiation from radioisotopes without any risk of ignition.

The writers used  $Tl^{204}$  as a source of Beta-rays and tests were conducted on a stretch of endless running vinyl film as a basic study of eliminating charges on, for example, gun-powders, and various effects such as of intensity and geometrical disposition of the source, running speed of the film, grounding bodies surrounding the source and polarity of charges have been investigated, on elimination efficiency of charges.