放射性同位元素による静電気の除去に関する研究（第2報）

防爆課　田　中　隆　二，坂　主　勝　弘
電気課　上　月　三　郎

Research on Elimination of Static Charges by the Use of Radioisotopes (2nd Report)

by R. Tanaka, K. Sakanushi, S. Kohzuki

The work described in this report is a continuation of that already published as the part of report of the Research Institute of Industrial Safety vol. 13, No. 1 in 1963. In that paper were found experimentally the various effects on the eliminating efficiency of such as the intensity of the sources, geometrical disposition of the source, running speed of the vinyl film and polarity of the charges.

In this report data are given showing the effects on the eliminating efficiency of the kinds of radioisotopes, the initial potentials of the film and materials of side-shielding. Generally there still remains a pretty large amount of work to be done before the work can be regarded as completed, but it is thought that the data in this report and the previous one will be of value to those concerned who are interested in elimination of static charges by the use of radioisotopes, although it is only related to the vinyl film whilst many other practices are needed to be investigated.

Following the present work, the writers are to continue the investigations, by the radiation, on elimination of static charges from highly insulating dusts.

1. はしがき

化学工場などの爆発危険場所における静電気の発生，蓄積は，その放電火花エネルギが爆発性混合気への点火源として十分な大きさを有することが少なくないので，これを安全なレベルまで除去することが必要である。

従来から静電気除去の対策はいろいろ試みられ，かなり効果が高い場合もあるが，必ずしも満足しえないことがある。現在わが国では，放射線の空気電離作用を利用して除電する方法についてはその理論的根拠が明らかにされていながらほとんど実用化の研究が行なわれていない。そこで筆者らは，特に爆発危険場所で点火源としての危険を有しない放射性同位元素（以下，ＲＩと略記する。）を使用し，これから放射される放射線を利用して除電する基礎的研究を行なっている。

今回の報告は，前報[1),2)]で報告した結果の続報である。すなわち，前報では，ＲＩの照射距離，ＲＩの強さ静電気を帯電させたビニルシートの移動速度，帯電電荷の極性および線源の配置等が，除電性能に及ぼす影響について実験した結果を述べたが，今回は，ＲＩの種類の差，ビニルシートの帯電電位およびしゃへい材料の材質が除電性能に及ぼす効果について実験した結果を報告する。

2. 実験装置および実験方法

今回の実験に使用したシート除電実験装置は，前回の報告で述べたものと同一である。

すなわち，幅約 1mのビニルシートを endless に可動させ，その水平部の長さ約 2.5mの部分で，静電荷の除電効果を測定するようになっている。上方に固定されたＲＩからのβ線を一定の電位に帯電させられたビニルシートに照射する。電離された空気イオンのうちビニルシート上の電荷と極性が異なるものがシートに吸引され，中和除電する。ここで照射前後のシートの電位をV_1, V_2とし，シートの対地静電容量を一定と仮定すると，β線の照射前後のシート上の電荷 Q_1, Q_2との間につぎの関係が成立する。

$$\frac{V_2}{V_1}=\frac{Q_2}{Q_1}$$

したがって，除電性能の評価に，残留電荷率$\left(\frac{Q_2}{Q_1}\right)$を

採用するとすれば V_1 および V_2 を測定すればよい。

ビニルシートに所定の電位を与えるには free-running の状態で，ローラー等との摩擦で得た電荷を一旦，交流コロナ式除電器で除去した後に，直流コロナ電極に高電圧を印加して空気イオンを発生させ，その針状電極をシートに近接させてイオンを付着させた。電位は，針状電極の直流印加電圧の大きさを調節することにより，加減することができる。

なお，前回の報告にあるように，シートの電荷の極性が，除電性能に及ぼす影響はほとんど無視できることが確認できたので，今回はすべて，シートに正の電荷のみを印加して行なった。

ビニルシートは，一定速度で可動しているので，除電前後のシートの電位を測るのに2台の集電式電位測定器(春日電機製)を使用し電位の時間的変化を記録計により連続して記録できるようにした。なお，電位計のプローブは，シートの幅の中間部で，シート上，規定の高さに固定した。

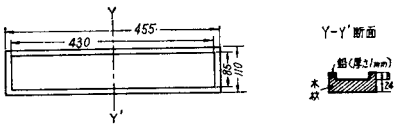
Table 1. Radioisotopes used in the experiment.

種　　類	強さ (mc)	全寸法 長さ (mm)	全寸法 幅 (mm)	実効寸法 長さ (mm)	実効寸法 幅 (mm)
^{204}Tl (TEC-6)	15*	200	30	170	17
^{90}Sr (SIC-8)	20	240	25	200	12.5
^{147}Pm(PHC-15)	20	240	25	200	12.5

* 実質的な強さは約 12.5mc である。

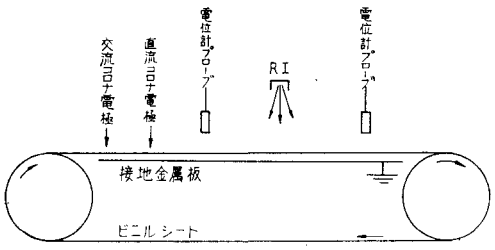
実験に使用したＲＩは，英国の The Radiochemical Centre から購入したもので，その仕様は **表**1のとおりで，いづれも金属のベースに，これらのＲＩが塗布された板状のものである。

Fig. 1. Construction details of a case fixing radioisotopes.



これらのＲＩを実際の照射に使用するには **図** 1 に示すごとく，鉛板を内張りした木製の収納器の底部に，セロテープで，ＲＩの周辺の Active でない部分を貼って固定した。なお，収納器の内張り鉛板の接地の有無は前回の実験により，ほとんど影響がないことを確認したので，今回は接地をせずに実験した。なおまた β 線を照射するビニルシートの下部約 6cm の位置に，**図**2に示したように，シートの水平部分とほぼ同じ大きさの接地金属板を置いて実験を行なった。これは実験上シートの電位の安定を図るためのものであり，これの除電性能に及ぼす影響はすでに前報の実験で試みている。除電上からはこのような接地板を置かない方が良いが，しゃへいを必要とする場合には，金属以外の材料のものを使用した方が良い。

Fig. 2. Test equipment.



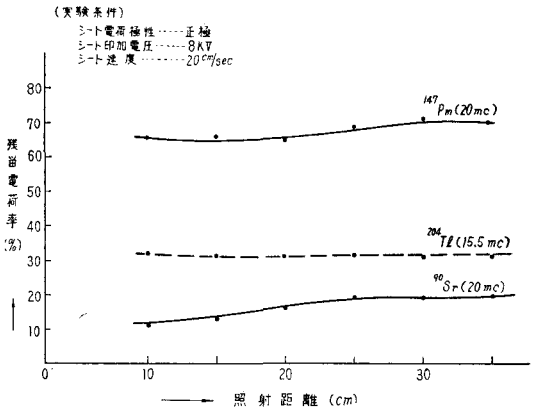
3. 実験結果および考察

3.1 RI の種類と除電性能

前報の実験では ^{204}Tl のみを使用して各種の実験を行なったが，今回はＲＩの種類が除電性能に及ぼす影響を測定するため，表1に記載したように，^{90}Sr および ^{147}Pm で，同一寸法，同一強さのものを用意して比較した。

この場合の実験条件としてはシートの速度を20cm/sec 印加電圧 (V_1)を 8KVに一定とし，ＲＩとビニルシートの間の距離（照射距離）を変化させて除電効果を測定した。**図**3にこの結果を示す。

Fig. 3. Effect of kind of radioisotopes on residual charge rate.



前報の ^{204}Tl の場合には，一応照射距離 30cm 程度が除電効果から見た最適除電距離として示されたが，今回の ^{90}Sr および ^{147}Pm の場合には，このような最適除電距離は明らかに現われず，約 20cm を境界として，それより照射距離の小さい方がやや除電率が良い傾向を示した。しかし，^{90}Sr と ^{147}Pm とでは，線源の強さが同じ20

mc でありながら，その除電性能の差が著しい。この除電効果に大きな差が生じた理由としては，主として両者のエネルギ分布の差が考えられる。β線のエネルギ分布は一般に図4のようであるが，β線の電離能は図5[3] に示すように0.5MeV以下において急速に増大することが明らかにされているので，両者のエネルギー分布の差が以上のような結果を生じたものであろう。

Fig. 4. Energy spectrum of B-rays.

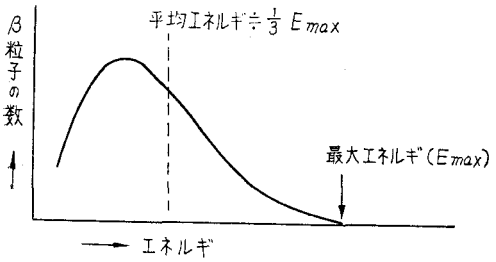


Fig. 5. Energy of B-rays vs. specific ionization.

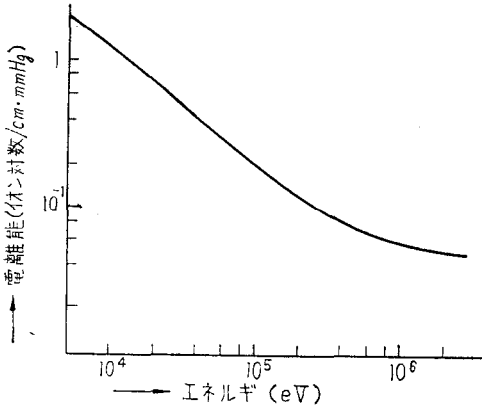


表2に，^{204}Tl，^{90}Sr および ^{147}Pmについての特性の一部を比較して示したが，この三者のうちでは ^{204}Tl が最大エネルギが最も大きい。

Table 2. Some properties of radioisotopes used.

種　類	最大エネルギー(MeV)	半減期（年）
^{204}Tl	0.765	3.5
^{90}Sr	0.545	27.7
^{147}Pm	0.223	2.6

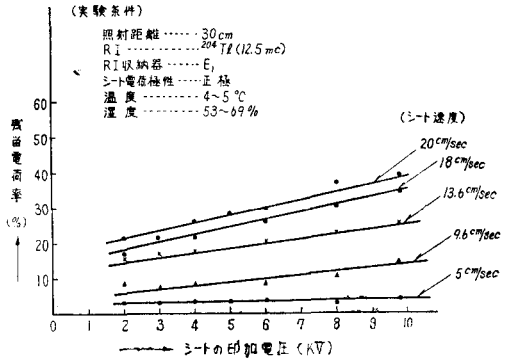
図3には ^{204}Tl（この ^{204}Tl は，購入後約2ケ年を経過した5mcのものと約1年を経過した 15mcのものを二つ並べて使用したが，実質的な強さは，計算によると約15.5mc に低下している）の例も参考までに加えて記載した（線源の寸法と実際の強さが 15.5mc に低下しているので厳密な比較にはならない）が，前回の ^{204}Tl による実験結果から考えて，^{90}Sr は ^{204}Tl よりも除電効果がややよいように思われる。

このことは，同一寸法で同一強さのＲＩであっても，除電効果は，β線の最大エネルギでは決定されず，そのエネルギ分布に支配されるということができよう。いずれにしても，このような実験のもとでは，^{147}Pm による除電の効率を上げるには，かなり強い線源を必要とし，実用的には不利となるので ^{204}Tl，^{90}Srなどを使用した方が除電性能，半減期などの面から有利である。

3.2 ビニルシートの印加電圧と除電性能

図6は，前報[1] の実験において使用した寸法の ^{204}Tl（約12.5mc)を，やはり前報で述べた収納器E_1に取付けて，照射距離を 30cm に保ち，シートの印加電圧を変化させて除電性能を実験した結果で，シートの移動速度を5～20cm/secの範囲でパラメーターにとったものである。

Fig. 6. Effect of vinyl sheet potentials on residual charge rate.



シートの移動速度が5cm/sec程度の大きさの場合は，印加電圧（V_1）の大きさにかかわらず，残留電荷率がほぼ一定であるが，シートの速度がそれより大きくなるにつれて印加電圧の差が現われてくる。すなわち，シートの印加電圧が大きくなり，シートの速度が早くなると，十分に除電されずに残る電荷が増してくる。したがって，このような場合に曲線の傾斜を小さくするには，ＲＩの配置の個数を増加する必要があろう。この実験では，印加電圧が 10KV までの範囲であったが，残留電荷率は，電圧の大きさにほぼ比例する傾向が見られる。しかしその比例常数は，それ程大きいものではない。

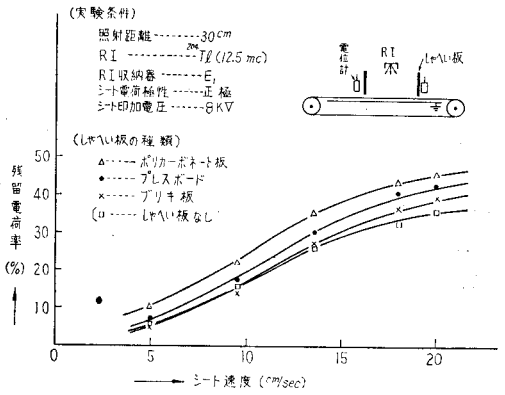
3.3 横側部しゃへい板の材質と除電性能

前報[1] **図6**に示した方法で，しゃへい板の材質が除電性能に及ぼす効果を測定した結果を示すと**図7**のとおりである。ここでシートの印加電圧は8KVで，^{204}Tl，収納器 E_1，照射距離などは，上記 3.2 の場合と同様である。なお，収納器の中心と，しゃへい板の距離は 20cm

で，しゃへい板の大きさは 40cm×20cm である。

除電性能の良い順序からいうと，全くしゃへい板を置

Fig. 7. Effect of side-shield materials on residual charge rate.



かない場合に続いて，ブリキ板，プレスボード，ポリカーボネートをしゃへい板として置いた順になっており，これは電気抵抗の小さい順に一致している。この実験の場合，ブリキ板の接地の有無は，ほとんど除電効果に影響しなかったが，このようなしゃへい板を帯電体に近接して置くことは，帯電体付近の電気力線の分布に変化を与えると共に，他方では散乱の影響により空気分子の電離によるイオン対の生成数にも影響を及ぼすものと考えられる。とくにβ線の散乱後は，β線のエネルギが小さいのが一般であり，電離能が大きくなる傾向があるので，これがブリキ板が最も除電効果の良かった理由であろう。しかし，全般的にしゃへい材料の差が除電効果に及ぼす影響はそれ程大きなものではないことが明らかになった。

4. 結　　語

以上ビニルシートを用いて行なったＲＩによる除電の基礎的研究を一応終了した。

わが国では，ＲＩによる実際的除電についての資料がほとんど得られなかったが，以上の実験結果により，シート上に分布する電荷の実際的除電についてその目安を得ることができた。

静電気の放電火花が点火源となって爆発を生ずる雰囲気には，ガス蒸気のほかに，粉じん空気混合物がある。

ことに最近は，高分子化学工業の発達により，電気絶縁性の高い粉体を各種の工程で使用する場合が多く，これらはまた非常に静電気の帯電を伴ないやすいものである。このような場合の静電気除去の実施も，現状ではなかなか効果を上げることが困難なことが少なくない。次回には，粉体の除電にＲＩを使用する実験について報告する予定であるが，今回のシートの除電は，このための基礎資料としても活用できると考えている。

参考文献

1) 上月，他；労働省産業安全研究所報　No. 2 (1963)
2) 田中，他；第９回静電気研究発表会要旨　(1964)
3) 野崎，他；名古屋工業技術試験所報告第７巻，第１号 (1958)