

最近の特異火災から ロボット塗装機が火を噴く

名古屋市消防局 消防部 消防課

はじめに

現在、工場はオートメーション化が進められています。このことは、生産速度の向上、精密化、低コスト化を背景に今後とも拡大の傾向にあると思われます。

今回は、車両塗装ブース（危険物一般取扱所）の自動静電塗装機のスプレーガン付近から出火した事例について紹介します。

1. 火災概要

- (1) 出火日時 平成元年11月11日・13時10分頃
- (2) 覚知 13時21分（119番）
- (3) 鎮火 15時38分
- (4) 出火場所 名古屋市港区内の自動車製造工場
- (5) 工場概要 鉄骨スレート一部ALC造、建築面積52,392㎡

(6) 出火建物の概要 火元建物は、危険物一般取扱所として規制され、昭和57年7月に完成したものである。

ア. 危険物の取扱数量等

- 第4類第1石油類 808ℓ
- 第2石油類 6,988ℓ
- 第3石油類 3,755ℓ

第4石油類 422ℓ

（指定数量の24.07倍）

イ. 消防用設備設置状況

- 第三種消火設備——二酸化炭素消火設備
塗装ブース内に噴射ヘッド12個設置
薬剤量 140kg
- 粉末消火設備（移動式）4.5kg×34基
- 第五種消火設備——粉末消火器 237本

(7) 人的被害なし

(8) 焼損程度 工場内の塗装ブース（上塗り）部分（間口5m・奥行45m・高さ5m、面積225㎡、鉄骨フレーム鉄板張り）の内180㎡焼損、ブース内の車両8台及び周辺機器焼損（写真1参照）。

(9) 損害額 約2億2,200万円

(10) 出動車両等



写真1

公設消防隊…指揮車 2, タンク車 6, 救助車 1, 屈折はしご車 1, 広報車 1, 救急車 1, 消防艇 1, 消防職員 57 名

自衛消防隊…消防車 1

2. 作業概要及び出火時の状況

(1) 作業概要 出火した上塗り塗装ラインは、中塗り塗装した後のボディについて自動塗装できない部分に手吹き塗装し、自動静電塗装機でルーフ及びフェンダーを 3 段階で塗りあげる作業を行うものである。

自動静電塗装機は、3 組（ルーフ及びフェンダーで 1 組）で、最高 2 分間に 1 台のボディを塗装する能力がある（図 1 参照）。

出火時は、午後の作業開始直後であり、9 名の作業員が作業をしており、出火した自動静電塗装機は、3 台目の車両をメタリック塗

料で塗装中であった。

(2) 出火時の自動静電塗装機の状況等

ア. 自動静電塗装機の構成等 自動静電塗装機は、エアー霧化方式で、スプレーガンからエアーの圧力により塗料を霧状に放射するものである。スプレーガン先端の針状電極から塗料に -60KV の電圧を印加してコロナ放電をさせ、スプレーガンから放射される塗料にマイナス帯電させ、プラス電位の被塗物を塗装するものであり、レシプロレータ（往復作動機）、高電圧ケーブル、エアーホース、スプレーガン及びメタリングバルブ（塗料バルブ）等から構成されている。

なお、静電気の安全対策として、構成回路に一定値（約 $230\mu\text{A}$ ）以上の電流が流れると、警報を発するとともに電源を自動的に遮断するシステム（スパークガード）が設けられて

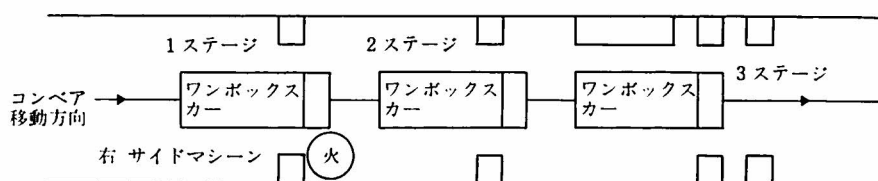


図1 出火時の塗装作業状況

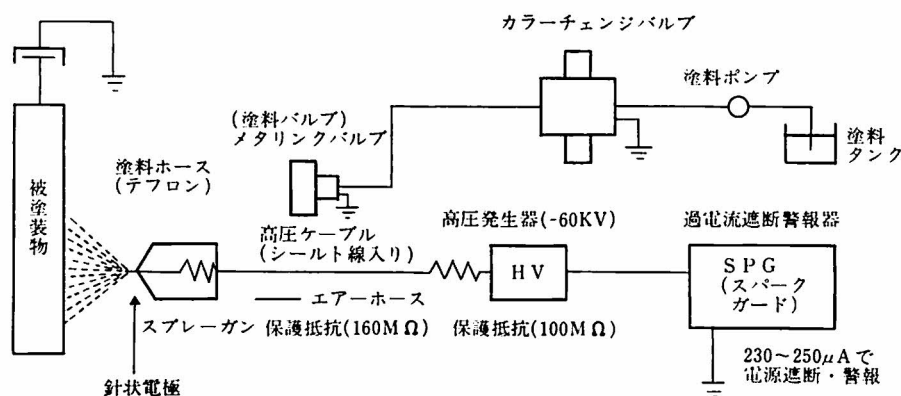


図2 自動静電塗装機の構成図

いる（図2参照）。

イ. グレーチングの状況 塗装ブース内の床は、全てグレーチング（鋼製すのこ：530×440×50mm）が設置されているが、出火した自動静電塗装機下部のグレーチングは、出火当時作業の都合で取り外された状態となっており、周囲のグレーチングとは絶縁状態にあった（写真2参照）。

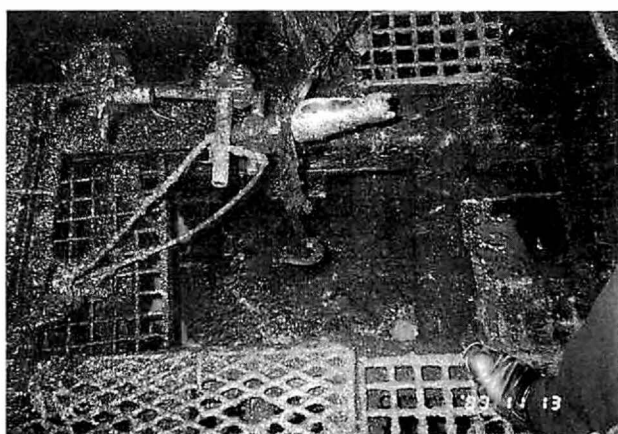


写真2

出火時の作業員の行動 出火した塗装ブース内の自動静電塗装機直近にいた作業員A（第1発見者）が、作業中「ボン」という異音を聞いて自動静電塗装を見ると、右サイドスプレーガン付近が炎に包まれており、火がついたままの状態で上下に動いていたので、「火事だ」と叫び連絡のために走った。

作業員Aの近くにいた作業員B（第2発見者）も同時に火災を発見し、作業員Cにコンベアの緊急停止を指示し、停止させるとともに二酸化炭素消火設備の起動ボタンを押した。他の作業員も避難するとともに、全ライン及び工場全体に火災発生の一斉放送をした。また、消火器で初期消火にあたろうとしたが、強い火勢と濃煙のため火点に接近できなかった。

その後、二酸化炭素消火設備の作動に疑問を抱いた他の作業員が、ボンベ室まで行き塗装ブース内に人がいないことを確認後、手動操作で二酸化炭素を放出させブース内の火勢をほぼ押えた。

3. 防火管理者等の状況

防火管理者、危険物保安監督者、消防計画、予防規程は適法である。

4. 帯電実験

(1) 実験1 グレーチングの帯電量測定
火災の状況から、静電塗装機の静電気が起因していることが予測されたことから、帯電実験を行った。

(実験A)

テスト用の自動静電塗装機を使用し、スプレーガンに塗料を充填しない状態で、針状電極に-50KV印加した場合、スプレーガン前方に絶縁状態で吊したグレーチングの帯電電圧を測定する（図3参照）。

(実験A結果)

グレーチングに15KV以上帯電しており、アース棒を接近させると約30mmの間隔でスパークが発生した（写真3参照）。

(実験B)

実験Aと同様で、グレーチングをガン下方のハトロ紙上に設置し、帯電電圧を測定する（図4参照）。

(実験B結果)

グレーチングに約30KV帯電した。

(2) 実験2 ブリッジ現象の発生状況

導電性ペイント使用時の塗料ホースが、アース物との接近によりスパークを発生する

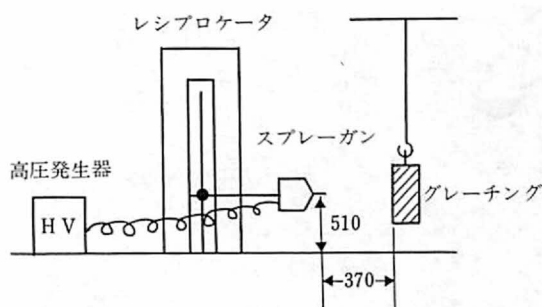


図3 実験A

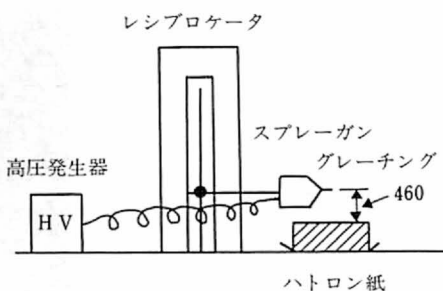


図4 実験B

可能性も考えられることから、このブリッジ現象（後述）について実験を行った。

(実験C)

出火したスプレーガンに使用されていたものと同じメタリック塗料（塗料a）をホース（テフロン製）内に充填した状態で、針状電極に -60KV 印加し塗料ホース内でのブリッジ現象を確認する。

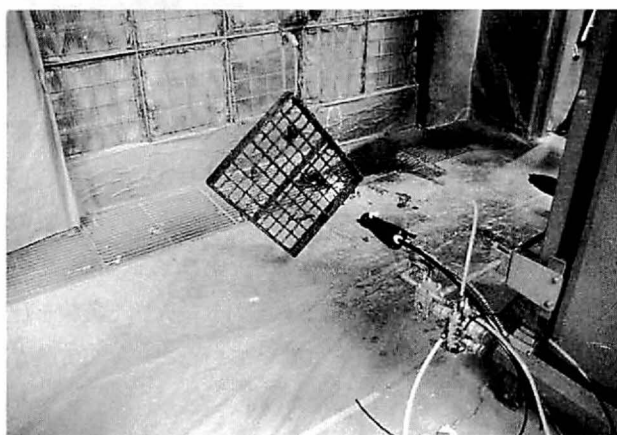


写真3

確認方法は、針状電極の電圧を測定しながら、アース棒で塗料ホースに沿ってスプレーガン先端部から動かして強制的にブリッジさせる（図5参照）。

(実験C結果)

塗料aは、体積固有抵抗値 $260\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ であり比較的ブリッジを起こし易いもので容易にブリッジを起こした。ブリッジが発生すると、針状電極は 0KV に電圧降下した。

(実験D)

出火当時、スプレーガン付近がポリエチレンシートで包装されたことにより、塗料ホースとスプレーガンが通常の状態より接近していたことから、塗料ホースをガムテープでとめ、スプレーガンを近接させた状態で実験Cと同様の実験をする（図6参照）。

(実験D結果)

アース棒を塗料ホースに沿って塗料バルブ側（スプレーガンから遠い方）から動かしていくと、塗料ホース部先端から 205mm の部分でブリッジをした。

(実験E)

別の塗料（塗料b）を使い実験cと同様の実験を行い、塗料aの場合と比較する（図5参照）。

(実験E結果)

塗料bは、メタリック塗料で体積固有抵抗値が $78\text{M}\Omega\cdot\text{cm}$ で比較的ブリッジしにくい塗料である。

アース棒を塗料ホースに沿ってスプレーガン先端部から動かしていくと、ブリッジは発

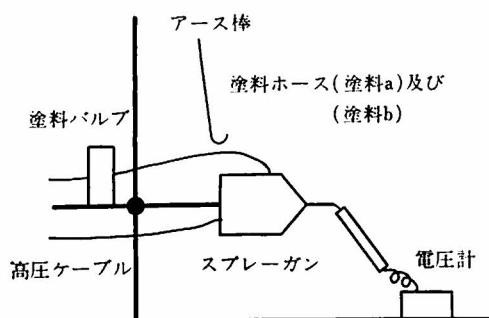


図5 実験C

生しにくく、針状電極も－45KW から－41KW へわずかに電圧が降下した。

このことから、同じメタリック系の塗料であっても、塗料の種類によってブリッジ現象が起き易いものと、そうでないものがあることを確認した。

5. 出火原因概要

出火時は、ブリッジ現象が起き易い塗料を使用していたが、塗料ホースは数日前に新しいものに交換されており、また周囲の状況から塗料ホース内でブリッジが発生し、絶縁破壊による出火の可能性は低いと考えられる。

これらのことから今回の火災は右側サイドマシンから出火したもので、自動静電塗装機下部のグレーチングを作業の都合上移動させた際にアースが不良となり、これに静電気が帯電し、塗装作業中に付近のアース物との間で静電気スパークが発生し、これが塗料の可燃性蒸気に引火したものと推定される。

6. 再発防止対策

(1) 自動静電塗装機付近のアースされていない物体の排除と、確実なアースボンディングの実施

(2) 自動静電塗装機付近の定期的な清掃の

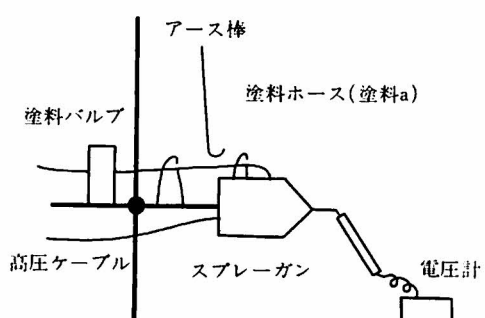


図6 実験D

実施

(3) 新型スプレーガンの採用

新型スプレーガンの特徴

ア. 塗料ホースを樹脂ケース内に収納し、アース物との接触を防止する。

イ. 塗料ホースをコイル状にし、ホースの長さを長くするとともに、電界内におけるホースの形状（コイル状）による相互作用を利用し、ブリッジの形成を防止する。

7. ブリッジ現象について

塗料は本来、電気伝導性は低いが、メタリック塗料等の電気伝導性塗料ホース内で、その含有成分の導電体同士が電場の作用により結合しながら架橋することにより、電流を流すようになることをいう。

8. おわりに

自動化は、人による保守管理、安全管理が確実な行われて、初めて効果をあらわすものです。災害をなくすには、これらソフト面の保安管理体制を確立することが急務と思われます。