

粉体塗装：火災防止入門

2016年10月



日本パウダーコーティング協同組合
JAPAN POWDER COATING ASSOCIATION

JAPCA ROOKIES(青年部会)



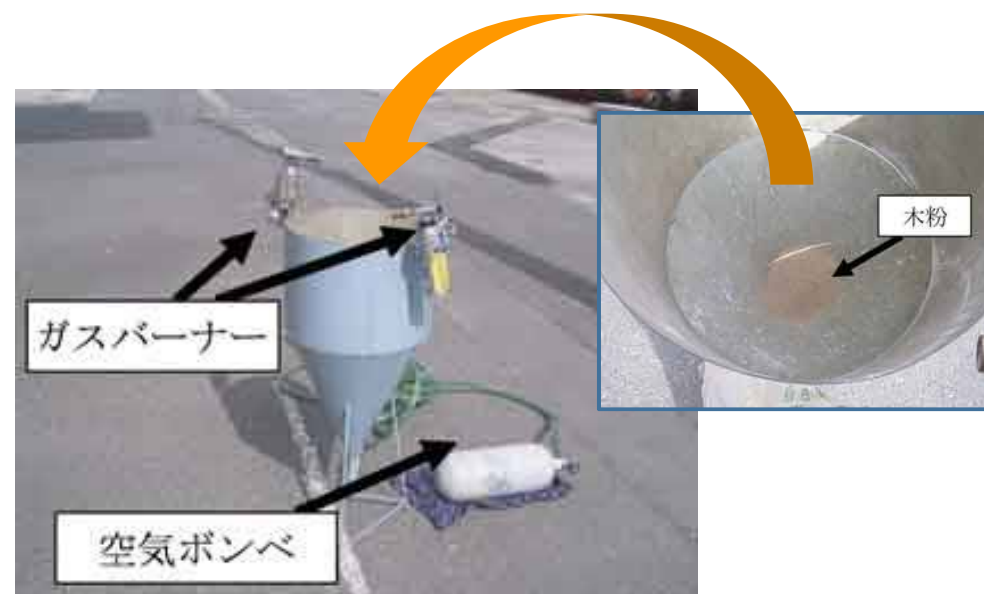
国際工業塗装高度化推進会議
International Promoting Council of Industrial Coating

粉体塗装:火災防止入門 目 次

1. 粉体は燃えるのか(火災の種類)
2. 火災の要件
3. 火災の対策
4. 事例

粉体塗装:火災防止入門 1.粉体は燃えるのか(火災の種類)

1.1 粉体は燃えるのか(燃焼実験)



粉体塗装:火災防止入門 1.粉体は燃えるのか(火災の種類)

1.2 プラスチック粉末の燃え方の種類



燃焼

くすぶった状態で燃え続ける



爆発

瞬間的に燃え尽きる
(圧力が大きい)

粉体塗装:火災防止入門 1.粉体は燃えるのか(火災の種類)

1.3 粉体塗料を噴出させて着火させると



粉体塗装:火災防止入門 1.粉体は燃えるのか(火災の種類)

1.4 粉塵爆発の結果



粉体塗装:火災防止入門 1.粉体は燃えるのか(火災の種類)

1.5 粉体塗料の火災の種類

燃焼

- ボヤ: 部分的な場所での小さな火災
- 小爆発: 勢いのある噴出状の火災

爆発

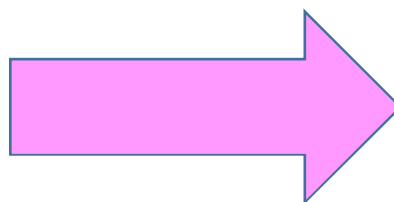
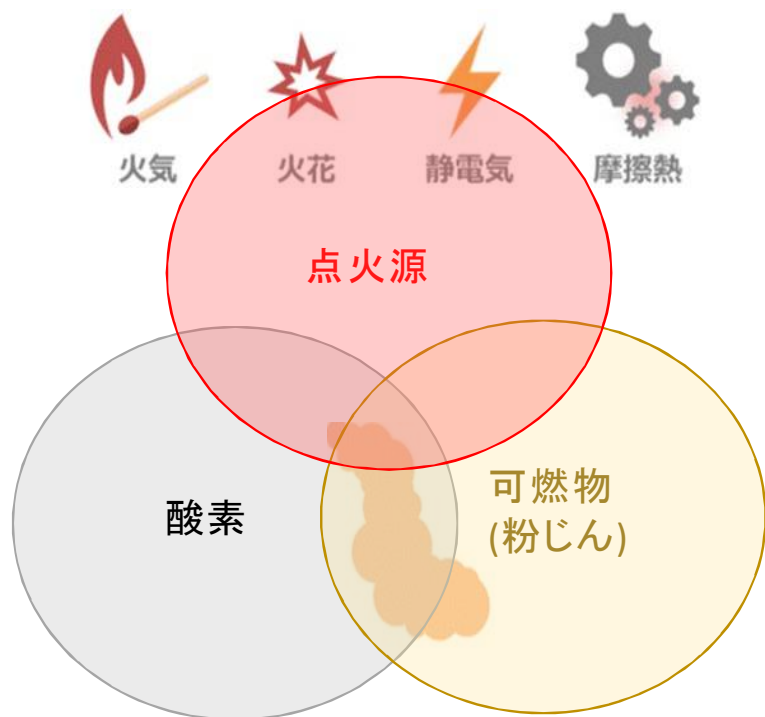
- 粉塵爆発: 爆発限界の状態での「爆発」

火災

- 燃焼、爆発が原因で燃え広がる火災

粉体塗装:火災防止入門 2.火災の要件

2.1 燃焼の要件(3条件は同じ)



密閉空間の場合は
粉塵爆発

2.2 粉塵爆発の要件

- 3条件の他に**爆発限界濃度**が加わる
- 空気(酸素)中の粉体の濃度 (g/m^3) が上限と下限の間にあること



2.3 爆発限界範囲とは

- 空気(酸素)中にある範囲の濃度に粉が分散した状態
- 最小着火エネルギーがあれば、瞬時に爆発
- 爆発は、エネルギーが瞬間的に伝播することで
 - 1) 粉の体積に比して表面積が大
 - 2) 周囲に空気(酸素)が存在
 - 3) 雰囲気気囲われた状態

で起こる

2.4 塗料の爆発下限値

爆発下限界濃度(参考値)

塗料の種類	爆発下限濃度
エポキシ系粉体塗料	50g/m ³
ポリエステル系粉体塗料	40g/m ³
アクリル系粉体塗料	35g/m ³

粉体塗装:火災防止入門 2.火災の要件

2.5 粉体塗料の粉じん爆発濃度範囲と最少着火エネルギー

樹脂系粉体塗料の最小着火エネルギー（MIE）

粉体試料	最小着火エネルギー [mJ]	MIEs [mJ]
ポリエステル(32μm)	10-30	17
ポリエステル(28μm)	10-30	14
ポリエステル(7.5μm)	1-3	2.4
エポキシ(93μm)	10-30	24
エポキシ(58μm)	3-10	7
ポリアクリロニトリル(34μm)	10-30	15
ポリアミド(34μm)	30-100	35
ポリエステル/エポキシ混合物(31μm)	10-30	13

爆発性が『高』の場合、酸素濃度を可能な限り（できれば5%未満）減らす、静電気を発生させないようにするなど十分な防止対策が必要になる。

『中』の場合、危険性は高くないが酸素濃度を減らす（10%以下）などの防止対策は必要。

『低』の場合でも酸素濃度を低くするなど対策を行った方がよい。

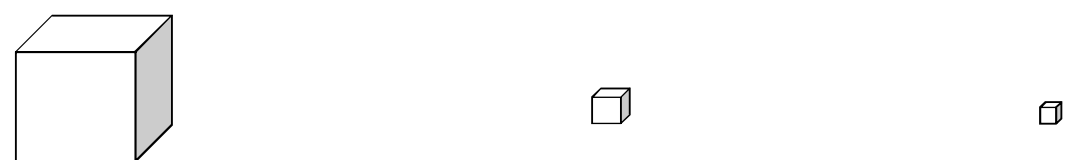
同じ粉じんでも粒子径が小さくなるほど爆発下限濃度は小さくなる。アルミニウムは爆発性が高く評価される粉じんなので、メタリック粉体塗料の取り扱いには注意が必要。

「静電粉体塗装・塗料の静電気危険性」（独）労働安全衛生総合研究所 上席研究員 崔光石

着火エネルギー	ランク	対策
100mJ < MIE	低	静電気による着火危険性は低い
30mJ ≤ MIE ≤ 100mJ	中	容器、設備等の接地対策が必要
10mJ ≤ MIE < 30mJ	高	作業着・床の帯電防止が必要
3mJ ≤ MIE < 10mJ		不活性粉体等による爆発抑制、又は爆発防止対策・学識経験者のアドバイスが必要
MIE < 3mJ		不活性粉体或いは不活性ガスによる爆発抑制、及び爆発防止対策・学識経験者のアドバイスが必要

(株)環境衛生研究所HPより

2.6 粉体径と表面積（表面積が大きいほど燃えやすい）



	1cm角の塊	50μ角にする	20μ角にする
個数	1	800万個	1億2500万個
表面積(全体)	6cm ²	1200cm ²	3000cm ²

2.7 塗装ブース排気量最低値（爆発限界を避けるための風量は？）

- a) 断面風速からの排気量

$$(1 + 0.2 + 0.2) \times (1.5 + 0.2 + 0.2) \times 0.5 \times 60 = 80 \text{ m}^3/\text{min}$$

- b) 爆発下限からの排出量

塗装実験よりの塗料吐出量は「200g/分のガン3丁との結果」より吐出量は600g /minで塗料をポリエステル塗料とすると爆発下限濃度は40g/m³。

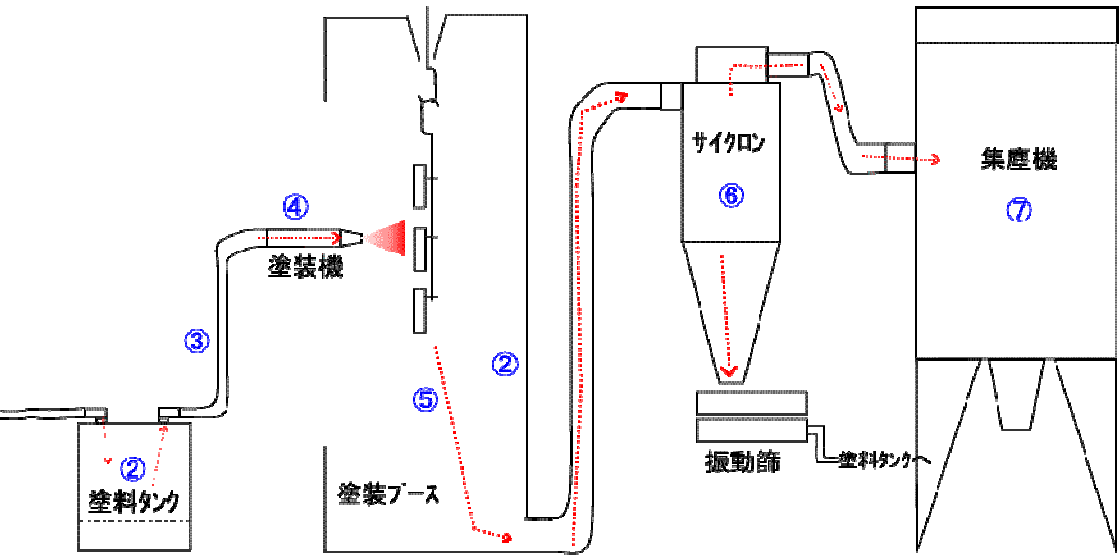
最低排気量は安全率を3とすると排気量は

$$600 \div 40 \times 3 = 45 \text{ m}^3/\text{min}$$

本装置での排気量はa)、b)の大きい値の80m³/minとする

粉体塗装:火災防止入門 3.火災の対策

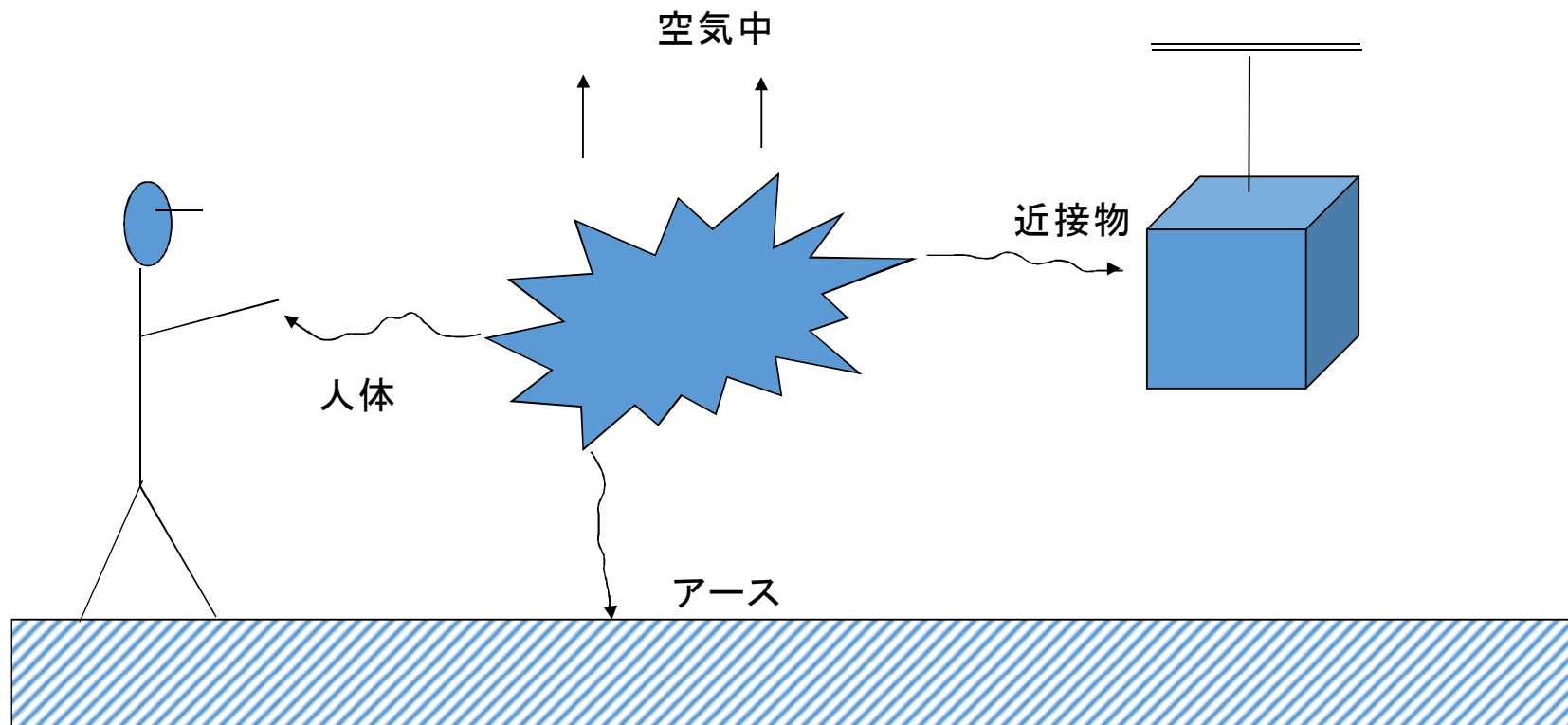
3.1 粉体塗装の着火源の特定



	工 程	火災の危険	対 策
①	塗料の保管・運搬	もらい火燃焼(粉体塗料は可燃性の為、着火の可能性はある) 焼付炉の様な高温のそばに置かれることで発火点を超えると燃焼する恐れがある。	・塗料温度として30℃以下。 ・直射日光や焼付炉壁面などからの輻射熱や伝導熱など熱源から避ける。 ・油、有機溶剤、化学薬品、水系物質などとの混在を避ける。
②	塗料タンク	塗料供給タンクのアース不良により、静電気により流動状態の粉が粉じん爆発する。	タンク及びタンク付属部品の確実なるアースの設置及びその後の点検
③	エジェクター・塗料搬送用ホース・定量供給装置	新粉供給タンクから新粉供給ホース及びエジェクターの金属部へのアース不良により着火 導電性ホースの不使用で、静電気によりブース内の霧化粉が粉塵爆発する。	必ずアースを取ること及び点検 搬送用ホースには導電性のものを使用
④	塗装機	コロナガンの電極が被塗物に接近した時に、スパーク予防装置(電流カット)が適切に設置されてないことでブース内の霧化粉が粉塵爆発する。 コロナガンにおけるガンボディの損傷、汚れによる高電圧電流のリークにより着火源となる。 トリボガンのノズルで静電火花が発生し、ブース内の霧化粉が粉塵爆発する。	ガンボディの損傷や亀裂の確認と汚れ(粉体塗料の溶着)を洗浄すること。
⑤	塗装ブース・ハンガー・コンベア	ブース内に過剰な粉の堆積物が舞い上がることで、粉塵爆発濃度に達してしまう。 ブースの周囲に粉もれがあることで、周辺機器が着火源となる。 コンベア、ハンガーのアース不良で、静電火花が発生してブース内の霧化粉が粉塵爆発する。	定期的清掃(毎日終業時)、フィルターの清掃 開口部の流入風速調整(0.5m/sec.以上)。排気ファンの出力調整。 塗装ブース含め必ずアースを取ることと点検
⑥	サイクロン		
⑦	集塵機	集塵した粉を除去してなくて、粉塵爆発濃度になったってしまう。	フィルターとの交換とアースを必ず取る。
⑧	排気ダクト		
⑨	その他	ブース点検中に灯光器が落下して、着火源となり粉塵爆発。	

粉体塗装:火災防止入門 3.火災の対策

3.2 静電塗装で帯電した粉から静電気は？



粉体塗装:火災防止入門 3.火災の対策

3.3 現場での静電対策(作業者)



帯電防止作業服



抵抗値 $10^5 \sim 10^9 \Omega$
JIS T 8103

靴底が0.5mm以上の厚み
まで汚れると危険です。

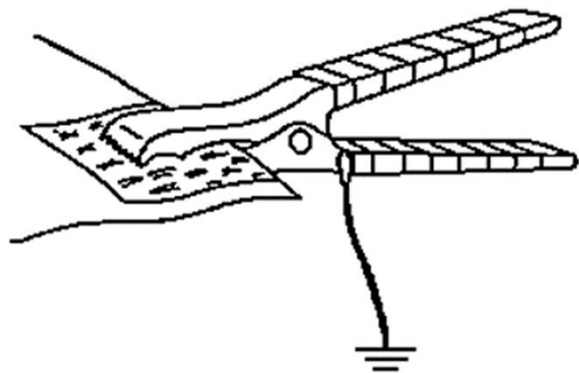
静電靴(例)



穴あき手袋

粉体塗装:火災防止入門 3.火災の対策

3.4 現場での静電対策(アース編)



フィルムカバー
の接地



除電すだれ

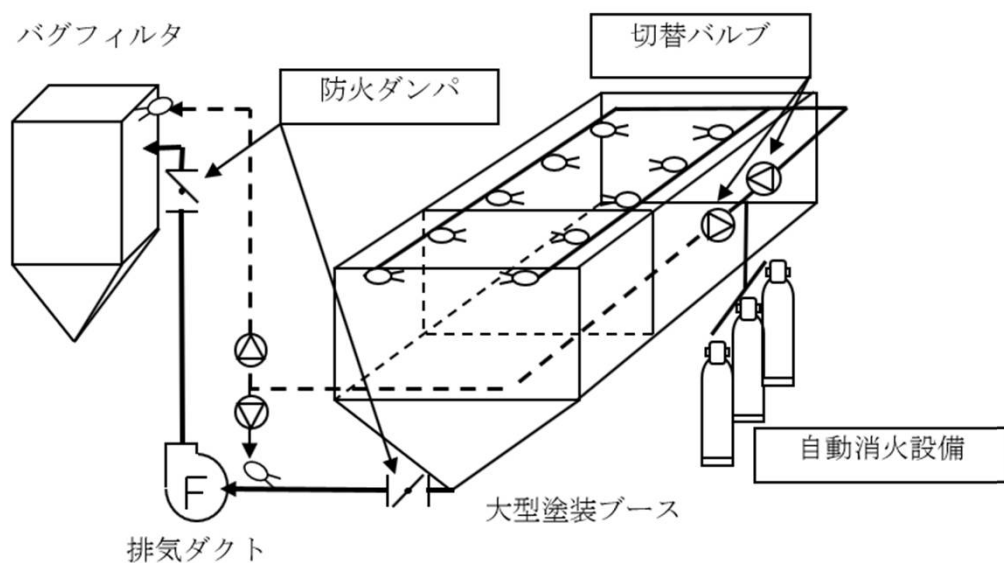


除電棒

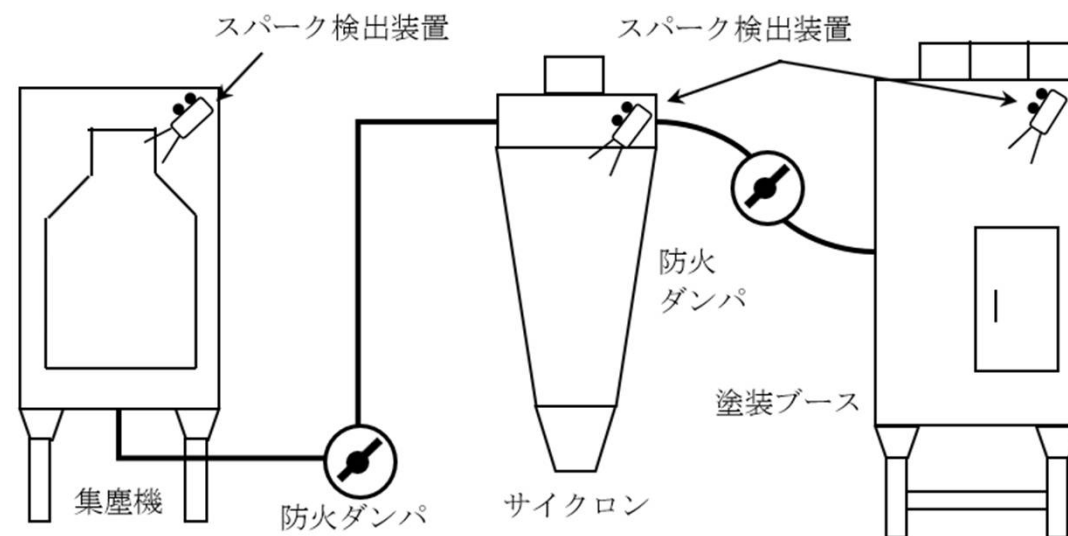
粉体塗装:火災防止入門 3.火災の対策

3.5 火災防止装置

スパーク等検出装置 (火炎・スパークなど)



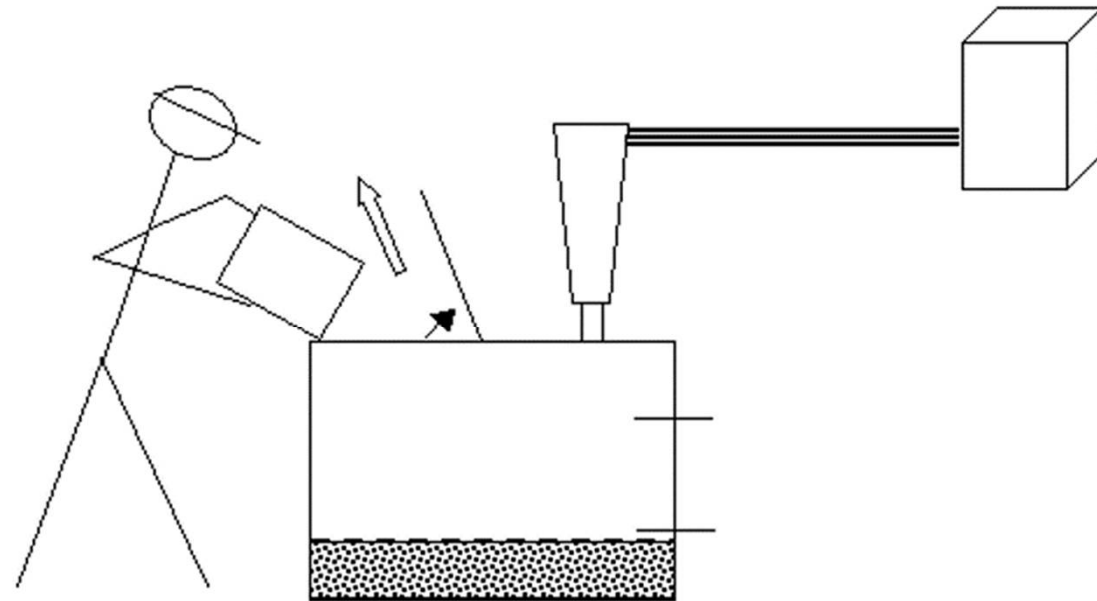
自動消火装置例



粉体塗装:火災防止入門 4.火災事例

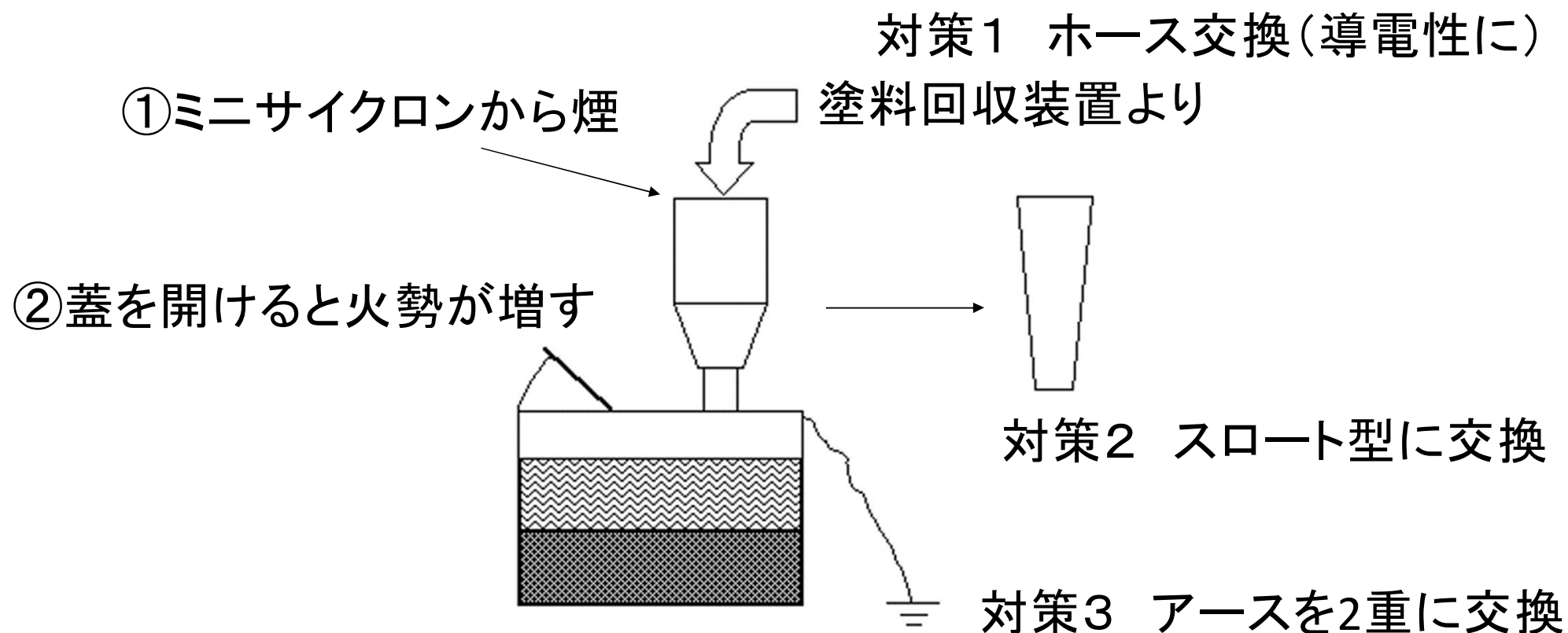
4.1 災害事例－1 塗料タンク内の火炎噴出

1. 塗料タンク内のレベル低下警報。
2. 作業者がミニサイクロンのホースを外す。
3. 作業者が蓋を開け塗料を供給する。
4. 開口部から炎が発生した。
5. 作業者が顔面に小火傷を負った。
6. 塗装機、塗料回収装置は作業者が停止させた。



粉体塗装:火災防止入門 4.火災事例

4.2 災害事例 ー 2 塗料タンクから発火



粉体塗装:火災防止入門 4.火災事例

4.3 災害事例－3 バッグフィルターの粉塵爆発(50m蓋が飛ぶ)

粉体塗装中に突然爆発音と共に

1. 屋根のスレートが吹き飛んだ。
2. 角型バグフィルタが円形に膨らんだ。
3. ブース内に爆風が逆流した。
4. バグフィルタ入れ替え等1週間ラインが停止した。

設備補修部(バグフィルタ、
吸引ダクト、屋根等建物)
ライン停止2日間

