

# 第51回 労働安全コンサルタント試験 (電気安全)

051017

電気安全

1/5

注：試験問題は、全部で4問です。問1又は問2から1問、問3又は問4から1問、合計2問を選択して解答用紙に解答を記入してください。また、問3及び問4の解答は、計算過程も記入してください。

---

問 1 冷蔵庫、レーザープリンター等の電気・電子機器の廃棄物処理施設の作業現場では、破碎や破碎物移送等の工程で用いられる設備において、静電気に起因するとみられる爆発災害が発生している。このような災害を未然に防ぐためには、これらの設備に発生した静電気が爆発災害の原因とならないように対策を講じることが重要である。

静電気が爆発災害の原因とならないようにするためには、静電気の発生状態や蓄積、着火危険性などの状況を検討する必要がある。静電気による爆発災害を防止するため、これらの設備に対策を講じるときに把握・評価すべき事項を五つ挙げ、それぞれについて静電気に起因する爆発災害の防止との関連を簡潔に説明せよ。

問 2 可燃性ガス又は引火性の物の蒸気を取り扱う作業場では、作業中にこれらのガス又は蒸気が大気中に漏洩し、通風、換気等の措置を講じても、なお、当該ガス又は蒸気が爆発の危険のある濃度に達するおそれがある箇所（以下「爆発危険箇所」という。）が形成されることがある。このような箇所で使用する電気機械器具は防爆構造としなければならない。これに関して、以下の設問に答えよ。

(1) JIS C 60079-10（爆発性雰囲気で使用される電気機械器具—第10部：危険区域の分類）において、可燃性ガス及び引火性の物の蒸気による危険区域（電気機械器具防爆構造規格（以下「構造規格」という。）では爆発危険箇所）は、爆発性雰囲気を生成する時間、頻度によって表1のように区分される。表1の  ～  に当てはまる適切な語句又は文章を答えよ。

なお、 及び  については、JIS C 60079-10 の箇条の記述のとおりでなくても、趣旨を正しく解答していればよい。

表1 可燃性ガス及び引火性の物の蒸気についての危険区域の区分及び説明

区分	説明
危険度0区域（ゾーン0） （構造規格での特別危険箇所）	ガス、蒸気又はミスト状の可燃性物質と空気との混合物質で構成する爆発性雰囲気が連続的に、長時間又は頻繁に存在する区域。
<input type="text" value="A"/> （構造規格での第一類危険箇所）	ガス、蒸気又はミスト状の可燃性物質と空気との混合物質で構成する爆発性雰囲気が <input type="text" value="C"/> 区域。
<input type="text" value="B"/> （構造規格での第二类危険箇所）	ガス、蒸気又はミスト状の可燃性物質と空気との混合物質で構成する爆発性雰囲気が <input type="text" value="D"/> 区域。

(2) 次の①～⑤に示す場所は、構造規格の爆発危険箇所のどの区分（JIS C 60079-10 の危険区域の区分）に分類されるか述べて。ただし、いずれも中換気度の換気を実施しているものとする。

なお、構造規格又は JIS C 60079-10 のどちらの用語を用いてもよい。

- ① 点検を行う際に、可燃性ガスをしばしば放出する開口部付近で爆発性雰囲気が生成される場所
- ② 可燃性液体のタンク内の液面上部の空間部で爆発性雰囲気が常に存在する場所
- ③ 正常な運転操作による放出弁の動作などによって可燃性ガスを放出する開口部付近で爆発性雰囲気を生成する場所
- ④ フランジ、継手及び配管附属品で、通常運転中には可燃性物質を大気中に放出しないと予測できる部分で爆発性雰囲気を生成する場所
- ⑤ 可燃性液体容器の排液作業中に可燃性物質を大気中に放出することにより爆発性雰囲気を生成する場所

(3) 電気機械器具防爆構造のうち、次の①～⑤の構造の防爆の原理を簡潔に説明せよ。

- ① 耐圧防爆構造
- ② 内圧防爆構造
- ③ 安全増防爆構造
- ④ 本質安全防爆構造
- ⑤ 樹脂充填防爆構造

(4) 特別危険箇所（危険度0区域（ゾーン0））で使用する電気機械器具は、どのような防爆構造でなければならないか、対応可能な防爆構造タイプを（3）の①～⑤のうちから二つ挙げるとともに、これらを特別危険箇所で使用するために必要とされている条件について簡潔に説明せよ。

(5) 電気機械器具の回路の定格電圧などが表2の値以下であるときは、爆発危険箇所で使用しても着火源となるおそれがないとされている。表2の  ～  に当てはまる値を単位を含めて答えよ。

表2 着火源となるおそれがないとされている電気機械器具

区分	値
定格電圧	<input type="text" value="E"/>
定格電流	<input type="text" value="F"/>
定格電力	<input type="text" value="G"/>

問 3 図は、作業者が金属製の缶に入った可燃性溶剤をプラスチック製容器に移す作業の状況を示している。これに関して、以下の設問に答えよ。

ただし、解答に当たっての条件は次のとおりである。

- ① 導電性床は接地され、作業者は静電気帯電防止用作業靴（静電靴）を履いており、帯電しないものとする。
- ② 金属製の缶から注ぐ可燃性溶剤の単位時間当たりの投入量  $m$  は  $0.1 \text{ kg/s}$  である。
- ③ 金属製の缶から注ぐ可燃性溶剤の比電荷  $q$  は  $+0.5 \text{ } \mu\text{C/kg}$  で一定である。
- ④ 金属製ロートの静電容量  $C$  は  $20 \text{ pF}$  である。
- ⑤ 可燃性溶剤の最小着火エネルギー（MIE: Minimum Ignition Energy）は  $0.5 \text{ mJ}$  である。
- ⑥ 空気中の絶縁破壊電界強度は  $30 \text{ kV/cm}$  である。
- ⑦ プラスチック製容器は絶縁性で、ここでは電荷の漏洩は考慮しないこととする。
- ⑧ 金属製の缶と金属製ロートとの間隔を  $d \text{ [cm]}$  とする。

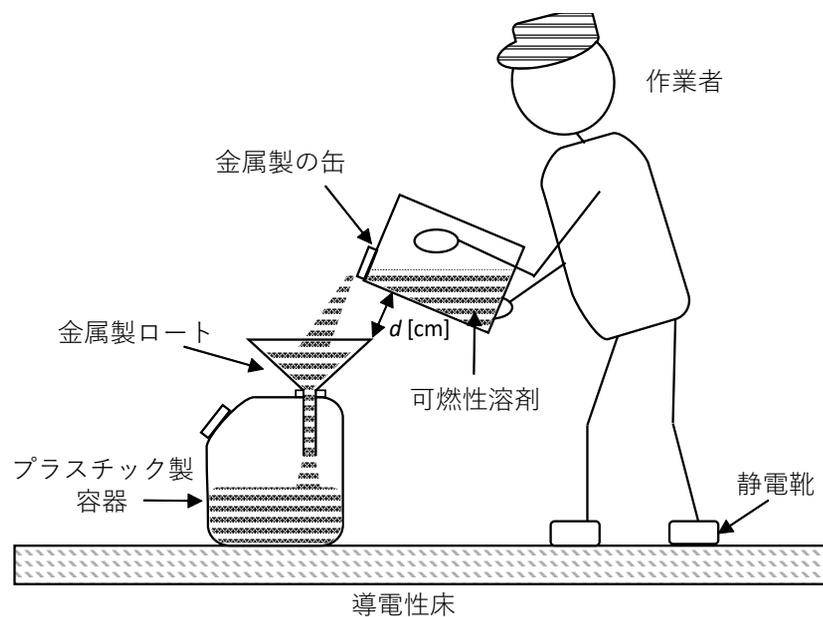


図 作業者が金属製の缶を持ってプラスチック製容器に可燃性溶剤を注ぐ作業

- (1) 可燃性溶剤を注いで5秒後に金属製ロートに蓄積されている電荷量  $Q[\mu\text{C}]$  を求めよ。
- (2) (1) の状態での金属製ロートの電位  $V[\text{kV}]$  を求めよ。
- (3) (1) の状態で金属製ロートに蓄積されている静電エネルギー  $Ws[\text{mJ}]$  を求めよ。解答は小数点以下3桁目を四捨五入すること。
- (4) 可燃性溶剤の注入開始から15秒後に金属製ロートと金属製の缶の間で静電気放電（火花放電）が発生した。そのときの金属製の缶と金属製ロートとの間隔  $d_1[\text{cm}]$  を求めよ。
- (5) (4) の状態で、静電気放電によりこの可燃性溶剤が着火する可能性について、計算の過程と根拠を示して答えよ。ただし、金属製ロートの周りの気体は、可燃性溶剤の蒸気の爆発範囲にあるものとする。

問 4 図は、変圧器によって高圧電路に結合している低圧電路に施設された使用電圧 100 V の金属製外箱を有する電動ポンプを示している。これに関して、以下の設問に答えよ。

ただし、解答に当たっての条件は次のとおりとする。

- ① 変圧器の高圧電路の 1 線地絡電流は 3 A とする。
- ② 高圧電路と低圧電路との混触時に低圧電路の対地電圧が 150 V を超えた場合に、1.8 秒で自動的に高圧電路を遮断する装置が設けられている。
- ③ 低圧電路において、地絡を生じた場合に 0.5 秒以内に当該電路を自動的に遮断する装置は設けられていない。

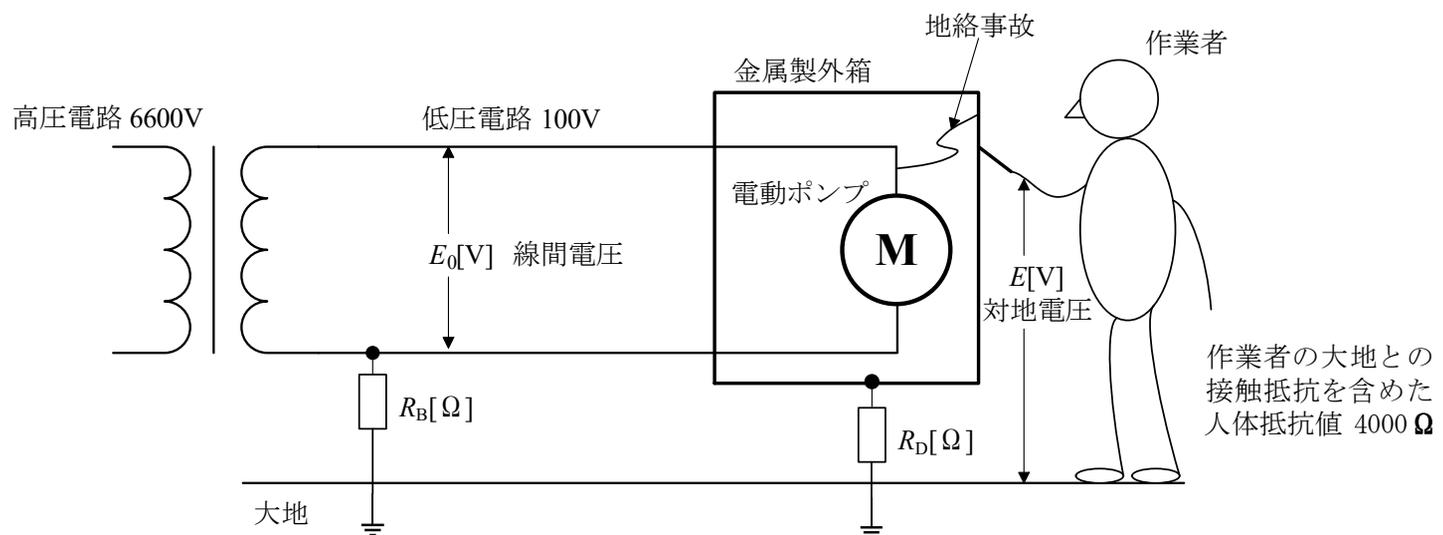


図 高圧電路に結合している低圧電路に施設された金属製外箱を有する電動ポンプ

- (1) 変圧器の低圧側に施された B 種接地工事の接地抵抗値について、経済産業省の「電気設備の技術基準の解釈」で許容されている上限の抵抗値  $R_B$  [Ω] を求めよ。
- (2) 金属製外箱には D 種接地工事が施されているが、「電気設備の技術基準の解釈」で許容されている上限の抵抗値  $R_D$  [Ω] を示せ。
- (3) 電動ポンプに完全地絡事故が発生した場合、電動ポンプの金属製外箱の対地電圧を 30 V 以下としたい。このときの電動ポンプの金属製外箱に施す D 種接地工事の接地抵抗値の上限値について、小数点第 2 位以下を切り捨てて、小数点第 1 位まで求めよ。なお、作業員は金属製外箱に触れていないものとする。
- (4) 上記 (3) で求めた接地抵抗値の状態、作業員の人体が金属製外箱に触れてしまった場合、人体に流れる電流  $I_{GM}$  [mA] を求めよ。計算は、有効数字 4 桁で行い、解答は 4 桁目を四捨五入して、有効数字 3 桁で答えよ。ただし、B 種接地抵抗値は上記 (1) で求めた値を用いることとし、人体の抵抗は大地との接触抵抗を含めて 4000 Ω とする。
- (5) 感電防止対策には、接地抵抗を低減させることが有効である。接地抵抗について、大地の抵抗率が高い地域では、所定の接地抵抗値が確保できない場合も考えられる。埋設する接地極の接地抵抗値を低くする場合の方法を三つ示せ。