

第53回 労働安全コンサルタント試験 (電気安全)

071021

電気安全

1 / 4

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 静電気が発生している作業現場において、静電気に起因する災害を防ぐためには、静電気発生に関与する設備や作業等々に静電気が蓄積しないようにすることが必要である。図に示すような、屋内で静電気が発生する可能性のある設備を用いて引火性液体を貯蔵設備に注入する作業における静電気の蓄積防止対策について、以下の設問に答えよ。

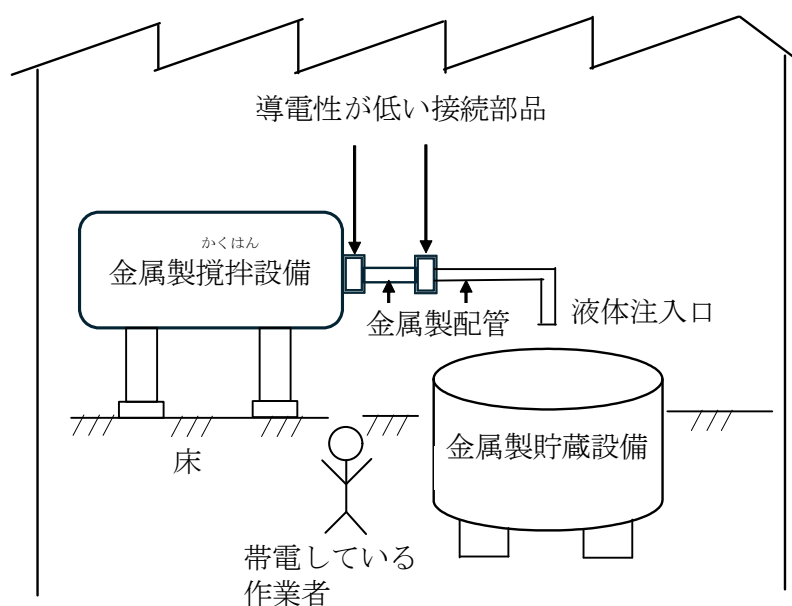


図 屋内で静電気が発生する可能性のある設備を使用する作業

- (1) 設備等に静電気の蓄積防止対策を行う場合の指標となる漏洩抵抗^{えい}とはどのようなものか説明せよ。
- (2) 図に示す作業を行う際、金属製攪拌設備及び金属製貯蔵設備に静電気が蓄積しないようにするための最も基本的な対策は、これらの設備を接地することであるが、接地により静電気の蓄積を防止する原理を述べよ。また、接地により効果が現れるための電気的な要件について、漏洩抵抗及び接地抵抗の値を用いて説明せよ。
- (3) 図に示す二つの金属製配管について、これらを接地できないときに接地と同等の効果がある対策を一つ挙げ、その概要を述べよ。また、その対策により静電気の蓄積を防止するために必要とされる抵抗値の要件を説明せよ。
- (4) 図に示す二つの接続部品は、金属材料を用いることができないために導電性の低い材料で作られている。このような金属材料以外の材料を接地したときに、静電気を漏洩させるための電気的な要件を説明せよ。
- (5) 接地や設問の(3)で述べた対策に加えて、設備等の静電気の蓄積防止対策を四つ述べよ。
- (6) 作業者に静電気が蓄積しないようにするための対策を述べよ。また、人体に静電気が蓄積しないようにするために必要な漏洩抵抗の値を述べよ。

問 2 落雷による感電防止対策及び電気設備等の保護対策について、以下の設問に答えよ。

- (1) 屋外での作業における落雷による感電防止対策として考えられる管理的（人的）な対策を三つ挙げよ。
- (2) 落雷による感電防止対策として考えられる設備的（物的）な対策を挙げよ。
- (3) 雷害には直撃雷によるものと非直撃雷によるものがある。直撃雷からの被害を防止する避雷設備はどのようなものから構成され、どのような役割を持つものか述べよ。
- (4) 非直撃雷には誘導雷と逆流雷がある。誘導雷と逆流雷によって建物内の電気設備が被害を受けるメカニズムについてそれぞれ説明し、非直撃雷から電気設備を保護する対策及び留意事項を説明せよ。

問 3 図は、三相 3 線式中性点非接地方式の架空配電線路（電線はケーブル以外を使用）とそれに接続された変圧器を示す。架空配電線路の公称電圧は 6600 V、^こ亘長は 25 km である。また、この配電線路に接続された変圧器の低圧配電線路側には B 種接地工事が施されているものとする。これについて、以下の設問に答えよ。

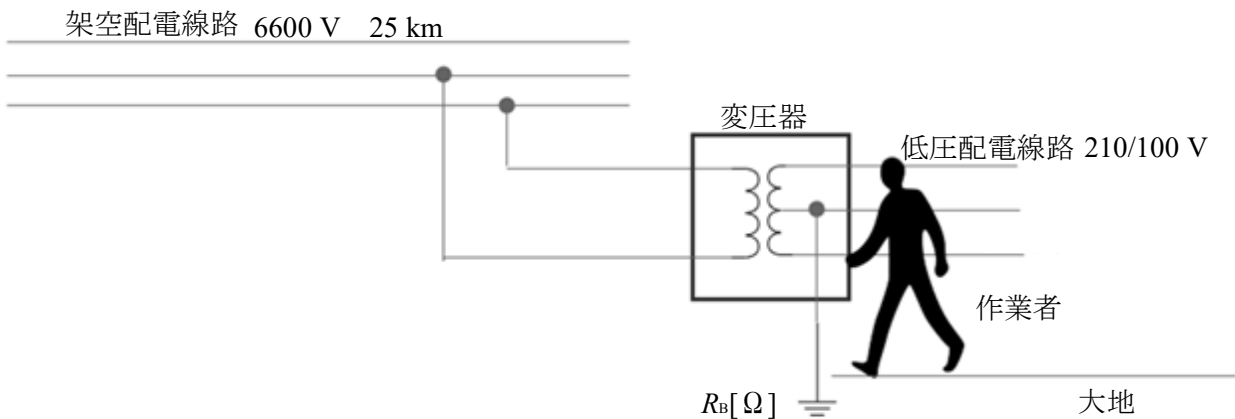


図 三相 3 線式中性点非接地方式の架空配電線路と変圧器

- (1) 中性点非接地方式の特徴を 100 字程度で答えよ。
- (2) 下表は配電線路に接続する変圧器の低圧側に施す B 種接地工事の接地抵抗値である。空欄 、 及び に入る数値を答えよ。

表 B 種接地工事の接地抵抗値		
高圧・特別高圧電路と低圧電路の混触時の自動遮断時間		接地抵抗値
下記以外		イ I_g Ω 以下
高圧又は特別高圧電路（35000 V 以下） と低圧電路を結合する場合	1 秒を超え 2 秒以下	ロ I_g Ω 以下
	1 秒以下	ハ I_g Ω 以下

I_g は、当該変圧器の高圧又は特別高圧の電路側の 1 線地絡電流（単位：A）

- (3) 図の架空配電線路の 1 線地絡電流に関して、次の問に答えよ。
- ただし、1 線地絡電流 I_1 [A] は、次式により求めるものとする。また、架空配電線路と低圧配電線路の混触により低圧電路の対地電圧が 150 V を超えた場合に、1 秒以下で自動的に高圧電路を遮断する装置を施設しているものとする。

$$I_1 = 1 + \frac{\frac{V}{3} L - 100}{150} \text{ [A]}$$

V は、配電線路の公称電圧を 1.1 で除した電圧 [kV]

L は、同一母線に接続される架空配電線路の電線延長 [km]

- ① 式中の V [kV] 及び L [km] を求め、1 線地絡電流 I_1 [A] を求めよ。1 線地絡電流 I_1 は、小数点以下を切り上げて求めること。
- ② ①において、1 線地絡電流の値について、小数点以下を切り上げて求めることが適当である理由を述べよ。

(4) (2) の接地抵抗値及び (3) の 1 線地絡電流に基づき、B 種接地工事の接地抵抗値の上限 $R_B[\Omega]$ を求めよ。

(5) 図の変圧器で、低圧側に高圧が混触して、変圧器外箱に漏電が発生した。次の問に答えよ。

- ① 変圧器近傍において地上で作業していた作業者が漏電の発生した変圧器に触れてしまったとき、作業者に流れる電流 $I_2[A]$ を求めよ。解答は小数点第 2 位を四捨五入して求めること。ただし、人体抵抗は大地との接触抵抗を含めて 2000Ω とし、低圧側負荷については接続されていないものとする。また、高圧側の電線と大地間に浮遊する静電容量は考慮しないものとする。
- ② 流れた電流による人体への影響について述べよ。

問 4 金属や人体などの導体が帯電すると、静電気放電により爆発・火災の着火源になる可能性がある。静電気の帯電に関して、以下の設問に答えよ。

(1) 作業員 A が掃除機で清掃作業を行っている。作業員 A が帯電し、電位 V_a が 10 kV 、静電容量 C_a が 100 pF であるとき、作業員 A の帯電電荷量 $Q_a [C]$ 及び静電エネルギー $W_a [J]$ を求めよ。

(2) 上記 (1) の作業員 A ($V_a = 10 \text{ kV}$) が金属製の床に移動した。移動後 10 ミリ秒 で作業員 A の電位が $V_{a10} = 1 \text{ kV}$ となるための靴底の抵抗 $R_a [M\Omega]$ を求めよ。解答は、小数点第 2 位を四捨五入して求めること。なお、 $\ln 10 = 2.3$ とする。

(3) 接地状態の作業員が金属製ドラム缶に粉体を充填する作業を行うと電撃を受ける可能性がある。次の問に答えよ。

ただし、充填により粉体に発生する質量比電荷は $0.5 \mu\text{C/kg}$ 、金属製ドラム缶の漏洩^{えい}抵抗 R_d は $1 \times 10^{12} \Omega$ 、静電容量 C_d は 50 pF とする。

- ① 粉体を毎秒 0.1 kg で充填したとき、金属製ドラム缶に流入する電流 $I_d [\mu\text{A}]$ を求めよ。
- ② 金属製ドラム缶の電圧が定常状態に達したときの電圧 $V_d [\text{kV}]$ を求めよ。
- ③ ②のときの金属製ドラム缶の静電エネルギー $W_d [J]$ を求めよ。