

第1回 雷保護技術者資格認定試験（2012年10月17日実施）解説

第1回 雷保護技術者資格認定試験の合格率は、LPSが65.9%、SPMが77.6%とまずまずの成績であった。問題はそれほど難しくなかったと思うが、100点の受験者がいる一方で、ほとんど勉強した跡が見られない解答用紙もあり、出題者も受験者もどちらも手探り状態であることをうかがわせる結果であったと思う。

不正解の多かった問題について、以下に解説を掲載するので次回試験の参考としていただきたい。

【1. 共通問題】

《問》雷現象のうち、下記の文章で正しいものに○、間違っているものに×をつけよ。

- (ア) 雷の種類とその現象は、「直撃雷」「誘導雷」の2種類である。
- (イ) 雷放電の電流波形は JIS A 4201:2003 の解説に記載されている。
- (ウ) 界雷の代表格である冬季雷は、11月から翌年の3月頃にかけて北西の季節風に乗って日本海沿岸に接近するときに発生する。
- (エ) 雷放電の電流波形は JIS Z 9290-4:2009 の附属書に記載されている。
- (オ) 低圧配電線に発生する雷過電圧の波高値の発生頻度は 10 kV 以下の電圧が約 90 % を占めている。

正解：(ア) × (イ) × (ウ) ○ (エ) ○ (オ) ○

解説：(ア) 他に「逆流雷」などもあり答えは×。雷保護システム技術解説書（以降、解説書と略す）1章参照。

(イ) JIS A 4201:2003 の解説には、外部雷保護システムとして「受雷部システム」「引下げ導線システム」「接地システム」、内部雷保護システムとして「等電位ボンディング」「外部雷保護システムの絶縁」「設計」「検査及び保守」について記載されており、雷放電の電流波形は記載されていない。

一方、IECやITUなどでは波頭長と波尾長が定義されており、日本でもJECとして制定（解説書 1-7 ページ 図 1.4.1）されており、JIS Z 9290-4で波頭長と波尾長が定義されている（解説書 1-8 ページ 図 1.4.2）。

(ウ) 解説書 第1章に記載のとおり。（1-4 ページ）

(エ) 解説書 第1章 1.4 1.4.1 図 1.4.2 に記載のとおり。JIS Z 9290-4 附属書 JB（参考）雷電流のパラメータに波形の定義が記載されている。

(オ) 解説書 第1章 1.4 1.4.5 b) に記載のとおり。

【2. LPS 雷保護技術者試験 問題】

《問》 次の設問に当てはまる語句を下記から選択し、番号を記入せよ。

建築基準法 規定により、「高さ 建築物には、有効な を設けなければならない。」としている。

- ①JIS A 4201:1992 ②JIS A 4201:2003 ③JIS Z 9290-4:2009 ④避雷設備
⑤外部雷保護システム ⑥雷保護システム ⑦を超える ⑧以上の
⑨20m ⑩10m ⑪30m ⑫第 32 条 ⑬第 129 条 ⑭第 33 条

正解：(ア) ⑭第 33 条 (イ) ⑨20m (ウ) ⑦を超える (エ) ④避雷設備

解説：(ア) 建築基準法第 33 条で「高さ 20m をこえる建築物に有効な避雷設備を設けなければならない」としており、また、建築基準法施行令第 129 条の 14 でも「法第 33 条の規定による避雷設備は、建築物の高さ 20 メートルをこえる部分を雷撃から保護するように設けなければならない。」としている。

(イ)、(ウ)、(エ) は必ず覚えておくべき内容であり不正解者は少数であった。

《問》 外部 LPS の一般事項について、次の設問に当てはまる語句を下記から選択し、番号を記入せよ。

(1) 受雷部システムの配置は、 , , を、個別又は、組み合わせて使用する事ができる。

(2) 受雷部システムの構成は、 , , の各要素又はその組合せによる。

- ① 半球体法 ②メッシュ接地 ③保護角法 ④メッシュ法
⑤ 棟上導体 ⑥水平導体 ⑦メッシュ導体 ⑧環状導体
⑨ 支持管 ⑩回転球体法 ⑪突針 ⑫突針法

正解：(ア) ③保護角法 (イ) ⑩回転球体法 (ウ) ④メッシュ法 (順不同)

(エ) ⑪突針 (オ) ⑥水平導体 (カ) ⑦メッシュ導体 (順不同)

解説：問題は、JIS A 4201 : 2003 2.1 受雷部システムの「配置」と「一般事項」に記載さ

れている構成についての要求事項に関する出題である。

「配置」、「構成」について、相対関係にある物の配置は、あくまでも受雷部導体（構成）の配置を決定する物差しであるので、両者を混同してはならない。

《問》それぞれの文に該当する保護レベルⅠ，Ⅱ，Ⅲ，Ⅳを答えよ。

(1) 突針の天端から GL までが 35m なので保護角度を 25 度とした。

(2) 屋上が広いので陸屋根に 25m の鉄塔を建て、設備を 45 度で保護した。

正解：(1) Ⅲ (2) Ⅳ

解説：JIS A 4201：2003 2.1.2 表 1 「保護レベルに応じた受雷部の配置」より出題。

(1) GL から突針の先端までの高さが 35m であるのでここで h は表内の 30m を超え～45m 以下の列が該当する。更に保護角度が 25 度であるので、保護レベルはⅢに限定される。

(2) 表 1 の備考 2 より、陸屋根の部分は h を陸屋根から受雷部の上端までの高さとしてみる事ができる。したがって、陸屋根から見て 25m の高さを h とし、保護角度は 45 度であるので保護レベルはⅣに限定される。

《問》下記の文章で正しいものには○，間違っているものには×をつけよ。

(1) 環状接地極（又は基礎接地極）の場合には、環状接地極（又は基礎接地極）によって囲われる面積の平均半径 r は、 $0.5l_1$ の値以上でなければならない。

(2) A 型接地極は形状の違う接地極を組合せ施設してもよい、その場合、合計長さで計算すること。

正解：(1) × (2) ○

解説：(1) JIS A 4201：2003 2.3.3.2 「B 型接地極」からの出題。

B 型接地極の場合、環状接地極に囲われる部分の面積と等価となるような平均半径 r を算出し、接地極長さを $r \geq l_1$ 以上としなければならない。

(2) JIS A 4201：2003 2.3.3.1 「A 型接地極」より出題。

備考 1. では、「組合わせ接地極の場合には、合計長さで計算する」としている。

《問》「接続部」に使用できる具体的な方法について、次の文章に当てはまる語句を下記から選択せよ。

接続は、黄銅ろう付け、溶接、、、ボルト締めなどの方法によって確実に行わなければならない。

- ①リベット止め ② 半田ろう付け ③ 圧着 ④ ねじ締め

正解：(ア) ③ 圧着 (イ) ④ ねじ締め (順不同)

解説：JIS A 4201：2003 の 2.4.2 「接続部」より出題。

LPS の接続方法は、「黄銅ろう付け、溶接、圧着、ねじ締め、ボルト締め」である。

《問》受雷部・引下げ導線及び接地システムに使用する導体の最小寸法について (ア) ～ (ウ) に適合するものを下記から選択し、番号を記入せよ。

保護レベル	材 料	受雷部 mm ²	引下げ導線 mm ²	接地極 mm ²
I～IV	銅	<input type="text" value="(ア)"/>	<input type="text" value="(イ)"/>	50
	アルミニウム	70	25	—
	鉄	50	50	<input type="text" value="(ウ)"/>

- ① 14 ② 16 ③ 22 ④ 30 ⑤ 35 ⑥ 50 ⑦ 70 ⑧ 80

正解：(ア) ⑤ 35 (イ) ② 16 (ウ) ⑧ 80

解説：JIS A 4201：2003 の 2.5.2 表 5 「雷保護システムの材料の最小寸法」より出題。

(ア)、(イ) の不正解者は少数であったが、(ウ) の不正解が多かった。一つの表なのですべて抑えておきたい。鉄を接地極とするときの最小断面積は、80mm² 以上である。

《問》内部雷保護システムについて、(ア)～(ウ)に当てはまる語句を下記から選択し、番号を記入せよ。

被保護物内において、火災及び(ア)並びに(イ)のおそれを減少させるために、等電位化は非常に重要な方法である。

- ① 引火 ② 爆発危険 ③ 火花放電 ④ 家畜危険 ⑤ 屋内火災 ⑥ 人命危険
⑦ 系統内導電性部分 ⑧ 導電性部分 ⑨ 系統外導電性部分
⑩ TEL及びTV用 ⑪ 電気及び火災報知器用 ⑫ 電力及び通信用

正解：(ア) ②爆発危険 (イ) ⑥人命危険

解説：JIS A 4201：2003の3.1.1「一般事項」より出題。

火花放電は、火災及び爆発を起こす引き金となることをJIS A 4201：2003では懸念しており、また危険な火花放電を抑制するための要求事項が3.1の等電位ボンディングである。

《問》突針部の強度計算を行う場合、建築基準法施行令が定める強度計算は何条か、(ア)に当てはまる語句を下記から選択し、番号を記入せよ。

建築基準法 第 (ア)

- ① 33条 ② 18条 ③ 87条 ④ 89条

正解：③ 87条

解説：風圧強度計算に関する要求事項は建築基準法施行令 第87条に基づいている。

【2. SPM 雷保護技術者試験 問題】

《問》 次の設問に当てはまる用語を下記から選択せよ。

- (1) 建築物等の雷保護については、 (ア)、 (イ) などで、その対策のための設備の設置を義務付けしている。
- (2) 低圧電気設備（電気・電子設備など）に対する雷保護（含む雷サージ保護）について、 (ウ) では、その対策のための設備の設置を規定していない。
- (3) 建築物内の電気・電子設備の雷保護対策に関しては、 (エ)、 (オ) などの JIS で詳細な規定がされている。

- ① JIS A 4201:1992 ② JIS A 4201:2003 ③ JIS Z 9290-4:2006 ④ 食品安全法
⑤ 消防法 ⑥ 電気設備の技術基準 ⑦ 建築基準法 ⑧ JIS C 5381 シリーズ
⑨ 電気安全法

正解：(ア) ⑤ 消防法 (イ) ⑦ 建築基準法（順不同）

(ウ) ⑥ 電気設備の技術基準

(エ) ③ JIS Z 9290-4:2006 (オ) ⑧ JIS C 5381 シリーズ（順不同）

解説：雷保護には、①建築物の雷保護、②電気設備の雷保護の2種類がある。

それぞれの保護対策については、法律や規格でどのように規定されているか？

これらの関係をしっかりと理解してもらいたい。

(1) 電気設備の雷保護の担当者でも、「建築物の雷保護は、法律（建築基準法や消防法など）で、その設置が義務付けされている」ことを理解していなければならない。建築物のための雷保護システムの具体的な仕様については、JIS C 4201:2003 で規定している。

(2) 一方、低圧の電気設備の雷保護の設置については、まだ「電気設備の技術基準」（法律）で明確に規定化されていない状況である。

(3) 法律による雷保護対策の設置の義務化はまだされていない。しかし、具体的な仕様や対策方法は、JIS により詳細に規定されている。

SPM 技術者は、電気設備の雷保護に関する JIS の規格番号及びその内容について、熟知していなければならない。

電気・電子設備の雷保護に対し、基本的な対策方法は、JIS Z 9290-4:2006 に規定されている。さらに、機器に対するサージ（過電圧）保護のために主として使用するサージ防護デバイス（SPD）に対し、JIS C 5381 シリーズで、詳細な規定が

なされている。

《問》電気設備の雷保護に関する下記記述について、正しいものに○、間違っているものに×をつけよ。

- (ア) 建築物の保護のための雷保護システム (LPS) は、内部の電気設備も保護するので、さらに設備のための雷保護を実施する必要はない。
- (イ) 建築物の雷保護システムの接地や等電位ボンディングは、電気設備のための雷保護にも有効であるので、利用できる。
- (ウ) JIS A 4201:2003 に規定している内部雷保護システムは、建築物内の電気設備の雷保護のためのものである。
- (エ) 設備の雷保護のためには、雷保護ゾーン (LPZ) の設定、磁気遮蔽、接地と等電位ボンディングなどの対策が、雷サージの低減に非常に効果がある。
- (オ) サージ防護デバイス (SPD) は、ケーブル内に侵入又は発生したサージを機器の耐電圧以下に低減するために使用するものである。

正解：(ア) × (イ) ○ (ウ) × (エ) ○ (オ) ○

解説：(ア)、(イ)、(エ)、(オ) は不正解者は少数であった。

(ウ) JIS A 4201 は、建築物の物的損傷及び人命の保護のためだけの規格であり、内部の電気設備の故障に関する規定ではない。したがって、「内部雷保護システム」とは、建築物内の電気設備の雷保護のためのものではない。SPM技術者は、このことについて決して間違ってはならない。

ただし、建築物等の保護のための「内部雷保護システム」の中の等電位ボンディングなどは、内部設備（電気・電子設備）のためにも有効なので、これらを大いに活用することが望ましい。詳細については、解説書の 2-19、2-22 頁を参照のこと。

《問》 次の設問に当てはまる用語を下記から選択せよ。

- (1) サージが印加していない場合は、回路にあつては高インピーダンスであるが、電圧サージに応答して瞬時にインピーダンスが低くなる SPD を (ア) という。
- (2) サージが印加していない場合は、回路にあつては高インピーダンスであるが、サージ電流および電圧が増加するに従い 連続的にインピーダンスが低くなる SPD を (イ) という。
- (3) 2 端子対又は 4 端子を持つ SPD で、入力端子対と出力端子対があり入力端子対と出力端子対間に直列インピーダンスを有している SPD を (ウ) という。
- (4) インパルスピーク電流が大きく (サージ電流耐量ともいう。), かつ続流がないため、電源線の線間と大地間に接続される雷サージ防護用として広く使用され、また、静電容量の影響がない範囲で、通信・信号線路にも使用されている素子は (エ) である。

- ①MOV ②GDT ③TSS ④電圧スイッチング形 SPD ⑤電圧制限形 SPD
⑥複合形 SPD ⑦1 ポート SPD ⑧2 ポート SPD

正解：(ア) ④電圧スイッチング形 SPD (イ) ⑤電圧制限形 SPD
(ウ) ⑧2 ポート SPD (エ) ①MOV

解説：SPD の動作は、使用されている素子により異なり、単一の過電圧防護素子により構成された SPD は、大別すると 2 種類になります。GDT や TSS 等を使用した場合は、瞬時にインピーダンスが低くなり、これを電圧スイッチング形 SPD といい、MOV や ABD 等を使用した場合は連続的にインピーダンスが低くなります。これを電圧制限形 SPD といいます。

通信及び信号回線用 SPD は、インパルス耐量が大きく、制限電圧を低くするために 2 種類の素子と抵抗や PTC を使用した複合型形 SPD があります。例えば、雷サージの立ち上がり峻度に応じて動作電圧が変化する GDT と低い電圧で動作するがエネルギー耐量の低い ABD とを組み合わせ、両者の良いところである低い動作電圧と高エネルギー耐量を両立させています。この場合、使用する方向 (入力端子と出力端子) がありますので、2 ポート SPD といい、使用する方向を注意しなければいけません。

(エ) は、素子を問う問題です。GDT や TSS 等の電圧スイッチング形の素子は、続流 (雷サージが入り動作した後、信号の電圧等で動作が継続する現象) が発生する場合がありますが、MOV 等の電圧制限形素子の場合には発生しません。

《問》インパルス波形を記述せよ。

- (1) 直撃雷の分流による電流波形は、通常 (ア) μs である。
- (2) 近傍の雷により引込線（例えば通信線）へ誘導する電圧波形は (イ) μs である。
- (3) 建築物への直撃雷の誘導によって発生する電圧波形は $1.2/50\mu\text{s}$ 、電流波形は (ウ) μs で、この波形をコンビネーション波形と呼ぶ。

正解：(ア) 10/350 (イ) 10/700 (ウ) 8/20

解説：JIS C 5381 シリーズや JIS Z 9240-4 では、雷サージの侵入経路に対応する適切な SPD 選定のための基準が規定されています。波形によりエネルギーは異なりますので、どのような雷サージが侵入するかを考慮して SPD を選定しなければなりません。JIS Z 9290-4 では附属書 JF、JIS C 5381-22 では、表 2 に記載されていますのでご参照ください。特に引き込み線（通信線）へ誘導する電圧波形は、10/700 μs が使用されています。この波形は、JISC 61000-4-5 や ITU-T K.44 等でも規定されており、広く使用されている波形ですので、記憶して頂きたい項目です。

《問》次の通信回線・信号回線用 SPD の記述に適切に当てはまる用語を下記から選択せよ。

信号回線としては、リレー回路、警報回路、各種センサの信号回路、計測信号の直流電流回路等、多岐・多種類に亘り、適用回路の電圧、電流、(ア) などもさまざまである。

これらの回路で支障なく使用でき、且つ被保護機器を確実にサージから保護するためには、適切な SPD の選定と正しい方法による取り付けが要求される。

SPD 内の SG と FG 間には、静電容量の小さい (イ) などを接続して、実際の大地 (FG) と信号の基準となる SG との間では通常は絶縁状態を保ち、サージ侵入時のみ動作して過電圧保護を可能としている。

- ①周波数 ②降伏点 ③標準偏差 ④ガス入り放電管
- ⑤金属酸化物バリスタ ⑥抵抗

正解：(ア) ①周波数 (イ) ④ガス入り放電管

解説：通信・信号回線に適用する SPD では、基本的に“信号に影響を与えない”ことが

重要な選定ポイントです。電源線へ適用する場合、ほとんどが直流または 50/60Hz となりますので、周波数を考慮することはありませんが、通信・信号回線では、この周波数が重要なパラメータの一つです。信号の損失に影響を与えるパラメータで静電容量もありますが、この静電容量に依存する損失は周波数に依存します。

また、通常 GDT は通信・信号回線と対地間に入れる SPD コンポーネントとして多く採用されていますが、静電容量が数 pF オーダーと非常に小さいため、SG-FG 間接続に使用する例もあります。

本問題では、敢えてガス入り放電管、金属酸化物バリスタのように記号表記していません。正式名称とその記号も記憶して頂きたいと考えます。

以上