

平成 29 年度

第 2 種
電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項等

1. マークシート（答案用紙）は機械で読み取りますので、濃度HBの鉛筆又はHBの芯を用いたシャープペンシルで濃く塗りつぶしてください。
色鉛筆やボールペンでは機械で読み取ることができません。

なお、訂正は「プラスチック消しゴム」できれいに消し、消しくずを残さないでください。

2. マークシートには氏名、生年月日、試験地及び受験番号を記入し、受験番号のマーク欄にはマークシートに印刷されているマーク記入例に従い、正しくマークしてください。

（受験番号記入例：0141L01234Aの場合）

| 受 験 番 号 | | | | | | | | | | | |
|---------|---|----|-----|---|----|---|---|---|---|---|---|
| 数 字 | | 記号 | 数 字 | | 記号 | | | | | | |
| 0 | 1 | 4 | 1 | L | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | A | |
| ● | | | | | ● | ○ | ○ | ○ | ○ | ● | A |
| ① | ● | ① | ● | | ① | ● | ① | ① | ① | ● | B |
| ② | | ② | ② | | ② | ② | ● | ② | ② | ● | C |
| ③ | | ③ | ③ | | ③ | ③ | ③ | ● | ③ | ● | K |
| ④ | | ● | ④ | ● | ④ | ④ | ④ | ④ | ● | ● | L |
| ⑤ | | | ⑤ | | ⑤ | ⑤ | ⑤ | ⑤ | ⑤ | ● | M |
| ⑥ | | | ⑥ | | ⑥ | ⑥ | ⑥ | ⑥ | ⑥ | ● | N |
| ⑦ | | | | | ⑦ | ⑦ | ⑦ | ⑦ | ⑦ | | |
| ⑧ | | | | | ⑧ | ⑧ | ⑧ | ⑧ | ⑧ | | |
| ⑨ | | | | | ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ | ⑨ | | |

3. マークシートの余白及び裏面には、何も記入しないでください。

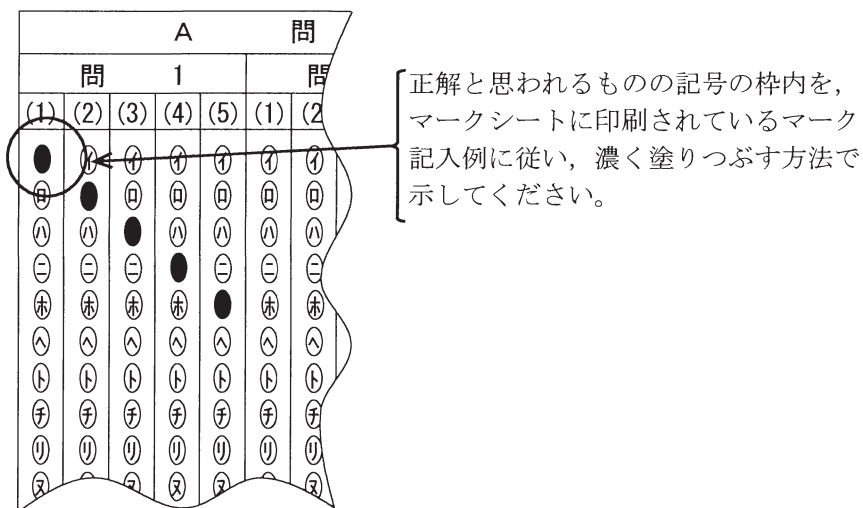
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

5. 解答は、マークシートの間番号に対応した解答欄にマークしてください。

例えば、問1の (1) と表示のある問に対して(1)と解答する場合は、下の例のように問1の(1)の 1 をマークします。

なお、マークは各小問につき一つだけです。二つ以上マークした場合には、採点されません。

(マークシートへの解答記入例)



6. 問題文で単位を付す場合は、次のとおり表記します。

① 数字と組み合わせる場合

(例： 350 W $f=50$ Hz 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例： I [A] 抵抗 R [Ω] 面積は S [m^2])

(この問題は持ち帰ってください。また、白紙部分はメモ用紙として使用できます。)

次ページ以降は試験問題になっていますので、試験開始の合図があるまで、開いてはいけません。

試験問題に関する質問にはお答えできません。

第 2 種

電 力

A 問題 (配点は 1 問題当たり小問各 3 点, 計 15 点)

問 1 次の文章は, 水力発電所の発電機の耐熱クラスとその特性に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

近年の水力発電所の発電機には, 定格で連続運転したときに許容できる最高温度として, 耐熱クラス 155 ((1)) の電気絶縁システムが採用されている。これにより, 耐熱クラス 130 (B) と比べて最高温度が高くてできるため, 巻線の電流密度を (2) ことができ, (3) を小さくできる。また, 直列巻回数を増やし出力係数を大きくすることにより鉄心寸法を小さくできる。

その結果, 発電機の小形化・軽量化が可能となり, 建屋の小形化と, 天井クレーンの吊り上げ荷重の減少化が図れる。また, 発電効率は, 負荷損の増加により (4) の効率は低下するが, 無負荷損の減少で (5) の効率は向上する。

[問 1 の解答群]

- | | | |
|-----------|-----------|------------|
| (イ) E | (ロ) 電圧変動率 | (ハ) 上げる |
| (ニ) 同じにする | (ホ) 下げる | (ヘ) 全負荷時 |
| (ト) 導体断面積 | (チ) F | (リ) オフピーク時 |
| (ヌ) 頂上電圧 | (ル) 部分負荷時 | (ヲ) ピーク時 |
| (ワ) 冬季 | (カ) 夏季 | (ヱ) H |

問2 次の文章は、火力発電所における硫黄酸化物対策に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

排煙脱硫装置は排ガス中に含まれる硫黄酸化物を除去する装置であり、発電用ボイラにおいては、 [(1)] などアルカリ剤のスラリーを排ガス中に噴霧して、 [(2)] を副産品として回収することができる [(3)] 法が一般的に用いられている。

[(4)] 塔で脱硫された排ガスは、水分を多く含み冷却されているため、煙道などを腐食させやすく、そのまま大気に放出されると、拡散能力が低く白煙も発生するため、 [(5)] で再加熱してから煙突より放出される。

[問2の解答群]

- | | | |
|-----------|-----------|---------------|
| (イ) アンモニア | (ロ) 硫黄 | (ハ) ガスーガスヒータ |
| (ニ) 活性炭 | (ホ) 還元 | (ヘ) 乾式 |
| (ト) 吸収 | (チ) 空気予熱器 | (リ) 酸化 |
| (ヌ) 湿式 | (ル) 石灰石 | (ヲ) 石こう |
| (ワ) 脱じん | (カ) 窒素 | (ヨ) ミストエリミネータ |

問3 次の文章は、送電用変電所の主要変圧器及び母線の電氣的保護に用いられるリレーに関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

主要変圧器の保護には [(1)] リレーが用いられる。[(1)] リレーは変圧器内部事故を検出するもので、[(2)] 事故などの事故電流が負荷電流よりも小さい事故でも検出することが可能である。なお、[(3)] による誤動作を防止するため、[(3)] に第二調波成分が多く含有することを利用した誤動作防止機能が付加されている。

母線の保護には電流差動方式による母線保護リレーが用いられ、外部事故時に変流器が [(4)] しても誤動作しない高インピーダンス形差動方式による一括保護、又は一括保護と母線切替え時の変流器切替えが容易な [(5)] 形差動方式による分割保護の組み合わせが適用される。なお、近年のデジタルリレーでは、変流器 [(4)] 対策を施し一括保護にも [(5)] 形差動方式を用いる事が多くなっている。

[問3の解答群]

- | | | |
|--------------|------------|-----------|
| (イ) 巻線間短絡 | (ロ) 電磁誘導電流 | (ハ) 過電流 |
| (ニ) 低インピーダンス | (ホ) 不足電圧 | (ヘ) 電流平衡 |
| (ト) 断線 | (チ) 外部短絡電流 | (リ) 共振 |
| (ヌ) 電圧平衡 | (ル) 相間短絡 | (ヲ) ブッシング |
| (ワ) 比率差動 | (カ) 励磁突入電流 | (ヨ) 磁気飽和 |

問4 次の文章は、配電系統と需要設備の電路の保護及び配電系統の故障区間分離方式に関する記述である。文中の [] に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

電路の保護には一般に [(1)] 保護、短絡保護、地絡保護がある。

[(1)] 保護の場合は、導体の [(2)] に達するまでに電流を遮断することが求められるが、あらゆる条件下で自動遮断することは困難なため、施設場所の危険度に応じて、適切な場所に過電流遮断器を設置する。

短絡保護の場合は、故障点から最も [(3)] の遮断器で故障点を速やかに切り離すことが基本である。

地絡保護は [(4)] が不十分であると、末端における故障でも直ちに広範囲の停電となることがある。

配電系統の場合、配電線を適当な区間に区分し、故障時に故障区間の電源側自動区分開閉器を開放して、故障区間以降を切り離す故障区間分離方式がとられている。この方式の制御方法には、自動区分開閉器の [(4)] による [(5)] 方式と、制御信号を使用した信号方式とがあるが、前者が一般的に使用されており、配電用変電所の再閉路、再々閉路等における自動開閉器の動作状況により故障区間と健全区間を自動的に切り分けている。

[問4の解答群]

- | | | |
|-------------|-----------|---------------|
| (イ) 差動協調 | (ロ) 遠い電源側 | (ハ) 瞬時電圧低下 |
| (ニ) 時限協調 | (ホ) 時限順送 | (ヘ) 近い負荷側 |
| (ト) 許容温度 | (チ) 過負荷 | (リ) 連続使用時許容電流 |
| (ヌ) 短時間許容電流 | (ル) 定格電流 | (レ) 絶縁協調 |
| (ワ) 自動区間開放 | (カ) 近い電源側 | (エ) 逆電力遮断 |

B問題(配点は1問題当たり小問各2点, 計10点)

問5 次の文章は、コージェネレーションに関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

コージェネレーションとは、ガス・石油などの燃料により原動機((1)) ・ガスエンジン・ガスタービン等が多い)を駆動して発電機を回転させて発電を行うと同時に、原動機の (2) を回収して利用するシステムである。ホテルや病院など比較的熱需要の多い建物において電力需要と熱需要に見合った適切な容量を選定できれば、 (3) パーセントの総合エネルギー効率が実現できる。しかし、実際にはコージェネレーションによる発電量や供給熱量が需要家側の消費量と一致しない場合が多いので、設備を導入すれば常に大きなエネルギーコスト低減効果と省エネルギー効果があげられるとは限らない。

なお、最近では燃料電池によるコージェネレーションシステムも多い。固体高分子形燃料電池は、作動温度がおおよそ (4) であり、上述の各種原動機を駆動する方式と比べ可動部が少なく (5) である。また、発電時に二酸化炭素排出量が少ないという特徴を有している。

[問5の解答群]

- | | | |
|--------------|---------------|--------------|
| (イ) ガソリンエンジン | (ロ) 振動エネルギー | (ハ) 長寿命 |
| (ニ) 55～65 | (ホ) 80℃ | (ヘ) 200℃ |
| (ト) 低コスト | (チ) 650℃ | (リ) 低騒音 |
| (ヌ) 使用済み触媒 | (ル) ディーゼルエンジン | (ヲ) ハイドロタービン |
| (ワ) 排熱 | (カ) 75～85 | (ヨ) 約95 |

問6 次の文章は、単位法に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

電力系統では定格の異なる多くの機器や線路が接続されている。単位法では、これらの機器などの定数が統一的に記述されるので、取り扱いが容易となる。三相回路の場合には、線間電圧 V_B [V] と三相容量 P_B [V・A] を基準にとると、基準相電流 I_B [A] と基準インピーダンス Z_B [Ω] は次式となり、インピーダンス Z [Ω] の単位法での値 Z_{Bpu} [p.u.] は①式のように表される。

$$I_B = \text{ (1) } \text{ [A]}$$

$$Z_B = \text{ (2) } \text{ [Ω]}$$

$$Z_{Bpu} = \frac{Z}{Z_B} \text{ [p.u.] } \dots\dots\dots \text{ ①}$$

多くの電力機器の単位法でのインピーダンスは、機器の定格電圧と定格容量を基準として与えられる。この基準でのインピーダンスは、発電機や変圧器では定格容量や定格電圧によらず、ほぼ一定値となるので、定数の入力間違いなどの確認に便利である。たとえば、タービン発電機では、直軸過渡リアクタンスはほぼ (3) p.u.の間になる。

また、変圧器で接続された系統では、2次側のオーム値で表現されたインピーダンス Z_2 [Ω] を1次側に換算したインピーダンス $Z_{2(1)}$ [Ω] にするには、変圧比(1次側 n_1 , 2次側 n_2)に応じた換算が②式のように必要である。

$$Z_{2(1)} = \text{ (4) } Z_2 \text{ [Ω] } \dots\dots\dots \text{ ②}$$

一方、単位法では、一般に基準電圧として定格電圧が選ばれるので、基準容量が同じであればインピーダンスの換算は必要ではない。ただし、異なった容量を基準とした単位法では、容量に応じた換算が必要であり、容量 P_B [V・A] を基準とした単位法でのインピーダンス Z_{Bpu} [p.u.] は、容量 P_R [V・A] を基準とした単位法でのインピーダンス Z_{Rpu} [p.u.] を用いて③式により求められる。

$$Z_{Bpu} = \text{ (5) } Z_{Rpu} \text{ [p.u.] } \dots\dots\dots \text{ ③}$$

[問6の解答群]

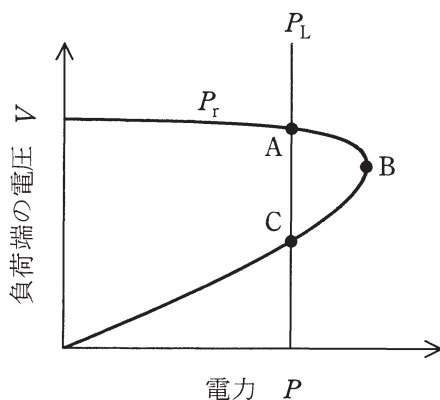
- | | | |
|--------------------------------------|--------------------------------------|-------------------------------|
| (イ) $\frac{V_B^2}{\sqrt{3}P_B}$ | (ロ) $\frac{P_B}{V_B}$ | (ハ) $\frac{P_B}{\sqrt{3}V_B}$ |
| (ニ) 0.2~0.4 | (ホ) $\frac{\sqrt{3}V_B^2}{P_B}$ | (ヘ) $\frac{V_B^2}{P_B}$ |
| (ト) $\left(\frac{P_B}{P_R}\right)^2$ | (チ) $\frac{\sqrt{3}P_B}{V_B}$ | (リ) $\frac{P_R}{P_B}$ |
| (ヌ) $\left(\frac{n_1}{n_2}\right)^2$ | (ル) $\frac{P_B}{P_R}$ | (レ) 1.5~2.0 |
| (ヲ) 0.05~0.15 | (カ) $\left(\frac{n_2}{n_1}\right)^2$ | (エ) $\frac{n_2}{n_1}$ |

問7 次の文章は、電圧安定性と負荷の電圧特性に関する記述である。文中の に当てはまる最も適切なものを解答群の中から選べ。

電圧安定性は負荷の様相に大きく依存する。電圧に対する負荷特性は、定電力特性、定電流特性、定インピーダンス特性の三つに分類され、白熱灯や電熱器の負荷は (1) 特性を示す。電圧安定性は、負荷全体に対する定電力負荷の割合が (2) 場合に厳しくなる。

電圧安定性を表す特性として負荷の有効電力 P と負荷端の電圧 V の関係を表した P - V 曲線が一般に用いられ、その形からノーズカーブともいわれる。下図は、負荷が定電力特性である場合の電圧安定性を示したものであり、安定な運用点は (3) である。

電力需要が増加していくと電圧安定性が低下するおそれがあるが、負荷端に (4) を投入することで、 P - V 曲線の限界点が (5) 方向に移動し、電圧の安定性を維持できる。



P_L : 負荷の消費する電力
 P_r : 負荷端に伝達される電力

[問7の解答群]

(イ) 定インピーダンス

(ニ) コンデンサ

(ト) A点

(ヌ) 小さい

(リ) ゼロの

(ロ) C点

(ホ) 大きい

(チ) B点

(ル) リアクトル

(カ) 定電流

(ハ) 右上

(ヘ) 右

(リ) 定電力

(フ) 左下

(ヨ) 左