

令和元年度

第 1 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：0141N01234Aの場合）

受 験 番 号										
数 字			記号	数 字			記号			
0	1	4	1	N	0	1	2	3	4	A
●					●	0	0	0	0	●
①	●	①	●		①	●	①	①	①	Ⓑ
②		②	②		②	②	●	②	②	Ⓒ
③		③	③		③	③	③	●	③	Ⓓ
④		●	④		④	④	④	④	●	Ⓔ
⑤			⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	Ⓜ
⑥			⑥	●	⑥	⑥	⑥	⑥	⑥	Ⓝ
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。

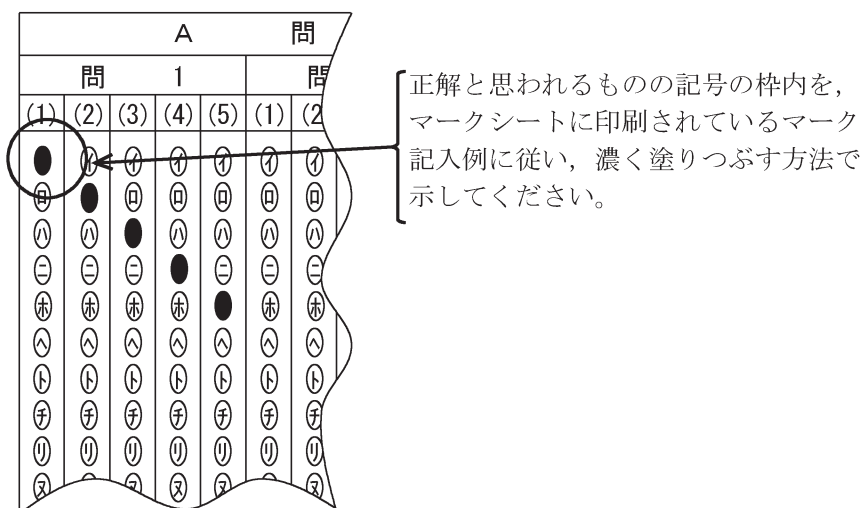
4. マークシートは、折り曲げたり汚したりしないでください。

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

なお、マークは各小間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 1 種

電 力

A 問題 (配点は 1 問題当たり小問各 2 点, 計 10 点)

問 1 次の文章は, 水車発電機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。

10MV・A を超える大形の水車発電機(揚水発電機を除く)には, 一般的に (1) が用いられる。水車発電機は, その回転子軸の方向により立軸機と横軸機に分類される。立軸機は, 同容量で比べた場合, 床面積が少なくて済み, かつ, (2) をより有効に利用できる。また, 構造上, 大形機に適している。

発電機は, 固定子と回転子からなり, 回転子には (3), リムを介して磁極が取り付けられ, 磁極から出る磁束が固定子の電機子巻線を横切ることによって電圧が誘起される。また, N 極と S 極を一对とした極対数により, 水車発電機の同期速度が定まる。

一般的に発電機の冷却は空気により行う。冷却方式の一つである (4) は, 発電機を水冷された空気により冷却し, これを循環させるものである。空気の循環の方法としては, 回転子に取り付けられた冷却用通風翼及び回転子の通風効果による自己通風方式が一般的であるが, 揚水発電機など大容量のものについては, 鉄心長が長くなるので, 中心部まで均等な通風冷却を行うために, 別置の電動ファンによる強制通風方式や (5) による自然通風方式が用いられる。

[問 1 の解答群]

- | | | |
|--------------|--------------|--------------|
| (イ) スパイダ | (ロ) ダブテイル | (ハ) 閉鎖風洞方式 |
| (ニ) 開放方式 | (ホ) 巻線形誘導発電機 | (ヘ) 流量 |
| (ト) リムダクト | (チ) 慣性力 | (リ) フレーム |
| (ヌ) 円筒形同期発電機 | (ル) ディスク | (レ) 出口管通風方式 |
| (リ) 落差 | (カ) フレームダクト | (ロ) 突極形同期発電機 |

問2 次の文章は、ガスタービンと蒸気タービンの車軸を結合して1台の発電機を回転する一軸方式のガスタービンと排熱回収ボイラの制御システム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。

ガスタービンの運転で重要な制御はガバナ制御と燃焼温度制御である。

回転数を制御するガバナ制御では [(1)] を制御するが、蒸気系の出力応答性が遅いためガスタービンの応答を敏感にする必要がある。そのためガスタービンの速度調定率は蒸気系に比べて [(2)] 設定されることが多い。

ガスタービンの出力上昇過程では、燃焼温度が定格温度を超えて過剰に上昇しないようにガスタービンの出力を制御しなければならない。これが燃焼温度制御であり、具体的にはタービン [(3)] を一定値以下に保つために排ガス温度を測定し、その値が規定値を超過しないように [(4)] を制御する。

排熱回収ボイラはガスタービンの排気を熱源とする自然循環ボイラであり、バーナなど助燃設備がない場合はドラム水位制御が主な制御である。ドラム水位制御では、ドラムの水位、蒸気流量、 [(5)] を制御パラメータとする3要素制御を行う。

[問2の解答群]

- | | | |
|------------|----------------|----------|
| (イ) 大きく | (ロ) 排気室温度 | (ハ) 給水圧力 |
| (ニ) 蒸気温度 | (ホ) 最終段翼メタル温度 | (ヘ) 小さく |
| (ヒ) 給水流量 | (フ) 蒸気圧力 | (リ) 燃料圧力 |
| (ヌ) 空気流量 | (ル) 蒸気加減弁開度 | (レ) 制御油圧 |
| (ウ) 復水器真空度 | (カ) 第1段翼入口ガス温度 | (ロ) 燃料流量 |

問3 次の文章は、電力系統の短絡容量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。

電力系統の短絡容量 P_S [MV・A] は、単位法における基準容量を P_B [MV・A]、故障点からみた電源側の%インピーダンスを% Z_S とすると、 (1) によって計算され、電力系統に連系する同期発電機の減少に対して短絡容量は (2) という関係にある。

短絡容量が大きくなり、遮断器の遮断容量を上回るようになると、故障電流を遮断できず、機器の損傷や広範囲・長時間の停電を引き起こすおそれがあることから、遮断容量の増加や短絡容量抑制対策が実施される。

短絡容量抑制対策としては、変圧器の (3) を増加させたり、系統と系統の連系点に (4) を設置したりするといった設備上の対策のほか、電力系統を (5) するという運用上の対策もある。ただし、設備コストの増加や、系統構成によっては同期安定性や電圧安定性の低下に繋がる可能性があることから、これらの点を考慮する必要がある。

[問3の解答群]

- | | | |
|------------------------------------|----------------------------------|------------------------------------|
| (イ) $\frac{\%Z_S}{100} \times P_B$ | (ロ) 並列台数 | (ハ) インピーダンス |
| (ニ) 小さくなる | (ホ) 直列コンデンサ | (ヘ) $\frac{100}{\%Z_S} \times P_B$ |
| (ト) 定格容量 | (チ) 分割運用 | (リ) 大きくなる |
| (ヌ) ループ運用 | (ル) $\frac{1}{\%Z_S} \times P_B$ | (レ) 静止型無効電力補償装置 |
| (ワ) 直流設備 | (カ) 変わらない | (エ) 電圧低め運用 |

問4 次の文章は、地中送配電系統で用いられている CV ケーブル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。

CV ケーブルは、ポリエチレンを絶縁体としたケーブルにおいて大きな欠点であった [(1)] を改善した架橋ポリエチレンを絶縁体としたケーブルである。乾式架橋方式は、絶縁性能も良く、OF ケーブルと比較して $\tan\delta$ (誘電正接) や比誘電率が小さいため誘電体損失や [(2)] が小さくなる。また、三心一括の CV ケーブルと比較して、 [(3)] 特性の改善のため、22~77 kV で導体断面積 400 mm² までのケーブルは、3 条をより合わせてトリプレックス形としている。

CV ケーブルの特徴的な現象として、絶縁体の架橋ポリエチレンに水トリーという [(4)] 現象が生じることがある。水トリーは絶縁体中の [(5)] とそこに供給される水の相乗作用により、トリー(樹枝)状に [(4)] が進展する現象である。

[問4の解答群]

- | | | |
|----------|----------|----------|
| (イ) 施工性 | (ロ) 防火 | (ハ) 半導電層 |
| (ニ) 充電電流 | (ホ) 絶縁破壊 | (ヘ) 導体抵抗 |
| (ト) 腐食損傷 | (チ) シース | (リ) 耐熱性 |
| (ヌ) 短絡電流 | (ル) 曲げ | (ヲ) 耐震 |
| (リ) 腐食性 | (カ) ボイド | (ヰ) 絶縁劣化 |

B問題(配点は1問題当たり20点)

問5 次の文章は、遮断器の故障遮断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。

電力系統に故障が発生すると、保護リレーからの指令により該当する遮断器を開放し、故障点を切り離す。

遮断器が故障電流を遮断する場合、 (1) エネルギーが極小となる (2) で遮断が行われる。このとき、遮断器の (3) には回路遮断時の過渡現象により急激な立ち上がりの (4) 電圧がかかるため、遮断成功に至るためにはこの電圧よりも (5) 特性が上回っていなければならない。

遮断する電流や遮断後に遮断器の (3) にかかる電圧は、電力系統や故障点によって異なるため、これらを踏まえた遮断性能を有する必要がある。特に厳しい遮断責務が要求されるのは、以下のケースである。

- ・遮断器の設置箇所付近で故障が発生した場合の遮断で、大きな故障電流を遮断した際に過渡的な高い電圧が発生する (6) 遮断
- ・遮断器から数キロメートル離れた架空送電線で故障が発生した場合の遮断で、遮断器と故障点の間の進行波の往復反射により高い電圧が発生する (7) 遮断

[問5の解答群]

- | | | | |
|-------------|-------------|-----------|------------|
| (イ) 遠距離線路故障 | (ロ) ブッシング間 | (ハ) 電圧零点 | (ニ) 遮断時間 |
| (ホ) インパルス | (ヘ) 近距離線路故障 | (ト) 遅れ小電流 | (チ) コロナ |
| (リ) 絶縁耐力回復 | (ヌ) 進み小電流 | (ル) 極間 | (フ) 端子短絡故障 |
| (リ) 高電圧 | (カ) 電流零点 | (ヨ) 異相地絡 | (ク) 静電誘導 |
| (レ) アーク | (ク) 架台-タンク間 | (ツ) 絶縁破壊 | (ネ) 過渡回復 |

問6 次の文章は、交流系統における送電能力の向上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。

交流系統における送電能力は、送電端と受電端の (1) と (2) , 送電線のインピーダンスによって決まる。送電能力を大きくすれば、同一の電力を送電するときの (2) が小さくなり、系統に大じょう乱が発生したときの (3) も改善できる。送電能力を大きくするには、送電端と受電端の (1) を大きく、あるいは、送電線のインピーダンスを等価的に (4) する必要がある。超高压架空送電系統では送電線のインピーダンスは (5) が支配的であるので、(6) の設置が効果的である。

(6) に並列に接続されたリアクトルの電流をサイリスタの点弧角制御により変化させ、送電線の (5) を連続的に補償することができる (7) は、電源と系統の相互作用による (8) を抑制することが可能である。

[問6の解答群]

- | | | | |
|------------|-----------|------------|-------------|
| (イ) 送電損失 | (ロ) 電圧位相差 | (ハ) 抵抗 | (ニ) 電流値 |
| (ホ) 過渡安定性 | (ヘ) 大きく | (ト) 同期調相機 | (チ) 直列コンデンサ |
| (リ) TCSC | (ヌ) 低周波共振 | (ル) 電圧値 | (フ) SVC |
| (リ) 異常電圧 | (カ) 電流位相差 | (ヨ) 対地静電容量 | (ク) 位相調整変圧器 |
| (レ) リアクタンス | (ク) 定態安定性 | (ツ) 小さく | (ネ) STATCOM |