

平成 28 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		数 字		数 字		記号	
0	1	4	1	N	0	1	2	3	4	A
●					●	○	○	○	○	●
①	●	①	●		①	●	①	①	①	●
②	②	②	②		②	②	●	②	②	●
③	③	③	③		③	③	③	●	③	●
④	④	●	④		④	④	④	④	●	●
⑤	⑤		⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	⑤	●
⑥	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)

A					問			
問		1					問	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)		
●	○	○	○	○	○	○		
○	●	○	○	○	○	○		
○	○	●	○	○	○	○		
○	○	○	●	○	○	○		
○	○	○	○	●	○	○		
○	○	○	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	○		
○	○	○	○	○	○	○		

〔正解と思われるものの記号の枠内を、マークシートに印刷されているマーク記入例に従い、濃く塗りつぶす方法で示してください。〕

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, 揚水発電所における揚水時の同期発電電動機の始動方式と水車の動作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。

- ① 発電電動機の界磁回路を短絡し, 回転子の (1) を利用してかご形誘導機として始動するのは (1) 始動方式である。
- ② 発電電動機と他の発電機を停止状態で電氣的に接続し, 両機に励磁を加えた後に発電機を始動し, 発電機の周波数を零から定格値まで徐々に増加させて始動するのは (2) 始動方式である。
- ③ 発電電動機と同軸上に直結された巻線形誘導電動機の二次巻線に接続された (3) で始動トルクを制御して始動するのは直結電動機始動方式である。
- ④ 発電電動機の停止中にあらかじめ励磁を加え, (4) 変換装置で発生した交流電力を発電電動機に加え, その周波数を低周波から定格周波数まで連続的に変えて加速するのは (4) 始動方式である。
- ⑤ フランシス形ポンプ水車の揚水始動時には, 始動トルクを軽減するため, (5) を用いて吸出管の水面を下げる。

[解答群]

- | | | |
|-------------|---------------|-------------|
| (イ) 波形 | (ロ) アナログ-デジタル | (ハ) 発電運転 |
| (ニ) 並列運転 | (ホ) 圧縮空気発生装置 | (ヘ) 相切換器 |
| (ト) スライダック | (フ) サイリスタ | (リ) ジェットポンプ |
| (ス) 抵抗器 | (ル) 制動巻線 | (レ) 排水ポンプ |
| (ワ) スリップリング | (カ) 同期 | (エ) ブレーキリング |

問2 次の文章は、火力発電所における過熱器の種類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。

過熱器はボイラドラムなどからの (1) を過熱するもので (2) の通路中に配置されるのが一般的である。

過熱器は設置場所によって、接触(対流)過熱器、放射過熱器及び放射接触過熱器に区別され、接触過熱器は (3) に設けられている。また、放射過熱器はボイラ火炉上部又は火炉壁の一部として設置され、放射接触過熱器はボイラ火炉出口付近に設置されている。

運用特性として、放射過熱器では (4) とともに (5) は減じ、反対に接触過熱器では増す特性をもつ。

[解答群]

- | | | |
|--------------|----------------|---------------|
| (イ) 蒸気発生量の割合 | (ロ) 押込ファン(FDF) | (ハ) ボイラ給水 |
| (ニ) 飽和蒸気 | (ホ) ダスト付着量の増加 | (ヘ) 蒸気圧力変化の割合 |
| (ト) 火炉外 | (フ) 熱吸収量の割合 | (リ) 燃焼ガス |
| (ヌ) 不飽和蒸気 | (ル) 復水設備 | (レ) 煙道ガス |
| (ワ) ボイラ負荷の増加 | (カ) 蒸気温度の上昇 | (エ) 火炉下部 |

問3 次の文章は、分散型電源の低圧及び高圧配電系統連系保護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。

分散型電源を配電系統に連系する場合、分散型電源設備の故障及び電力系統の故障を考慮する必要がある。

分散型電源設備の故障については、例えば逆変換装置を用いた分散型電源を配電系統に連系する場合、逆変換装置の内部故障などにより変圧器の (1) が生じて分散型電源設置者以外の者に影響を及ぼすおそれがあるため、 (2) 成分の流出を防止する変圧器の設置や (2) 成分の検出時に出力を停止する機能の設置によって保護する。

一方、電力系統の地絡故障保護については、低圧配電線との連系の場合、単独運転検出機能を有する装置によって検出し保護するが、高圧配電線(非接地系統)との連系の場合は、 (3) によって (4) を検出し、分散型電源を解列する。この場合、連系している配電線以外の配電線の地絡故障では動作しないよう時限協調を図って保護する。

また、高圧配電線の短絡故障時に、短絡故障点が分散型電源設置点から離れている場合は、過電流リレー(OCR)では保護協調が図れないため、例えば、 (5) では短絡方向リレー(DSR)を有する保護装置によって保護する。

[問3の解答群]

- | | |
|--------------------|--------------------|
| (イ) 逆変換装置 | (ロ) 地絡電圧 |
| (ハ) 地絡電流 | (ニ) 地絡過電流リレー(OCGR) |
| (ホ) 地絡過電圧リレー(OVGR) | (ヘ) 不足電圧 |
| (ト) 自己励磁現象 | (フ) 高調波 |
| (リ) 直 流 | (ヌ) 界磁現象 |
| (ル) 誘導発電機 | (ヲ) 不足電圧リレー(UVR) |
| (ワ) 低周波交流 | (カ) 偏磁現象 |
| (エ) 同期発電機 | |

問4 次の文章は、変圧器構成材料の劣化診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。

変圧器の寿命は、絶縁材料の劣化の程度に左右される。 [(1)] は劣化しても洗浄や交換などが可能であるが、紙材料は、一般に修理や交換は不可能である。

紙材料の中では、巻線に巻かれている絶縁紙が最も高温になるので、変圧器の寿命は巻線に巻かれている絶縁紙の最高温度部の劣化程度に左右される。このため、運転時間とともに絶縁紙の機械的性能である引張強度が低下し、初期の引張強度の [(2)] %が寿命とされている。絶縁紙の主要構成物質は [(3)] 分子であり、この分子の長さの目安として [(4)] が用いられ、絶縁紙が熱的に劣化すると、絶縁紙の [(3)] 分子間の連鎖が切断され、 [(4)] が低下し、引張強度は低下する。つまり、絶縁紙の引張強度は、 [(4)] という物差しで決めることができる。

しかし、運転中に変圧器内の絶縁紙を採取することは困難であるため、変圧器の絶縁紙が劣化すると絶縁油中に溶解する [(3)] の分解生成物である [(5)] 等の量を用いて、 [(4)] との相関から絶縁紙の経年劣化度を診断する方法が実用化されている。

[問4の解答群]

- (イ) 電気陰性度
- (ニ) 接触子
- (ト) 50～60
- (ヌ) 絶縁油
- (ワ) 平均重合度

- (ロ) セルロース
- (ホ) ガラス繊維
- (チ) 内部温度
- (ル) 窒素
- (カ) アセチレン

- (ハ) 約70
- (ヘ) プラスチック
- (リ) ガasket
- (フ) フルフルール
- (ヨ) 80～90

B問題(配点は1問題当たり20点)

問5 次の文章は、変電所機器の耐震設計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。

変電機器のうち、がいし形機器やブッシングの固有振動数は (1) 程度であり、高電圧の機器になるほど低くなる。実際の地震波の卓越振動数は、上記固有振動数の範囲にあるので、頭部荷重が大きい変電機器は地震波との (2) を起こす可能性があるため、適切な (3) 耐震設計を採用する必要がある。がいし形機器の設計地震力は加速度 (4) m/s^2 の共振正弦3波を架台下端に印加する手法が用いられる。また、変圧器のブッシングは、設計地震力として加速度 (5) m/s^2 の共振正弦3波をブッシングポケット下端に印加する設計手法が一般的に用いられるが、基礎や (6) の条件によっては個別検討となる場合もある。

変圧器本体は剛体とみなせるため (7) 耐震設計が採用されており、設計地震力は加速度 5m/s^2 である。本体や中身の強度は輸送時の外力や (8) の大きさなどから決まり、耐震構造上は十分な強度を有している。ただし、変圧器本体を基礎に固定する (9) については、破断した際に本体の滑動が生じるおそれがあるため、強度を十分に確保することが必要である。

[問5の解答群]

- | | | |
|-------------|-----------|----------------|
| (イ) 0.5 | (ロ) 0.3 | (ハ) 収束 |
| (ニ) 静的 | (ホ) 短絡電磁力 | (ヘ) 地盤 |
| (ト) 架台 | (チ) 過渡的 | (リ) 50 |
| (ヌ) 擬共振 | (ル) 動的 | (ヲ) 0.1~0.5 Hz |
| (ワ) アンカーボルト | (カ) 風圧 | (ヨ) 0.5~10 Hz |
| (タ) 3 | (レ) 共振 | (ヅ) 5 |
| (ツ) 震源 | | |

問6 次の文章は、直流送電の適用箇所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。

- ① 直流送電では、一旦交流を直流に変換して交流へ逆変換しているため、
[(1)] の異なる交流系統を接続して [(2)] が可能となる。
- ② 海峡横断や洋上風力などでケーブルを使用する送電においては、交流送電では距離が長くなると [(3)] や [(4)] 損失が増加するのに対し、直流送電ではこれらの発生がないので送電容量を高めることができる。なお、離島への送電も適用対象となるが、[(5)] 変換器の場合、離島での短絡容量が送電容量に比較してさほど大きくない場合には制御不安定性が生じるので [(6)] 変換器を用いる必要がある。
- ③ 同一の [(1)] の交流系統であっても、これを交流で接続すると、
[(7)] の増加や [(8)] の悪化、[(2)] や事故波及防止の困難化などの問題が発生する場合がある。このような箇所にはBTB(Back to Back)を含む直流送電がそれらの解決策として適用されることがある。
- ④ 交流系統での長距離大電力送電では [(8)] が厳しくなるのに対し、直流送電では、この問題がない。さらに、[(9)] において、直流は交流に比べ有利であるため、送電鉄塔に要するコストが交流送電に比べ安価となる。ただし、直流送電は交直変換のための設備が必要であるため、短距離送電では不利となる。

[問6の解答群]

- | | | | |
|----------|----------|------------|-----------|
| (イ) 誘電体 | (ロ) 抵抗 | (ハ) 静電誘導 | (ニ) 同期安定性 |
| (ホ) 高周波 | (ヘ) 他励式 | (ト) 高調波 | (チ) 潮流制御 |
| (リ) 絶縁設計 | (ヌ) 周波数 | (ル) 渦電流 | (フ) 電流容量 |
| (ワ) コロナ | (カ) 短絡電流 | (ヨ) 充電電流 | (タ) 可逆運転 |
| (レ) 自動式 | (ヴ) 自励式 | (ヅ) 周波数安定性 | (ネ) PLL |