

平成 27 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：0141W01234Bの場合）

受 験 番 号											
数 字			記号	数 字				記号			
0	1	4	1	W	0	1	2	3	4	B	
●					●	○	○	○	○	○	A
○	●	○	●		○	●	○	○	○	●	B
○	○	○	○		○	○	●	○	○	○	C
○	○	○	○		○	○	○	●	○	○	K
○	○	●	○		○	○	○	○	○	●	L
○	○		○		○	○	○	○	○	○	M
○	○		○		○	○	○	○	○	○	N
○					○	○	○	○	○		
○				●	○	○	○	○	○		
○					○	○	○	○	○		

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	
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)
●	イ	ロ	ハ	ニ	イ	イ
ロ	ハ	ニ	ホ	ヘ	ロ	ロ
ハ	ニ	ホ	ヘ	ト	ハ	ハ
ニ	ホ	ヘ	ト	チ	ニ	ニ
ホ	ヘ	ト	チ	ト	ホ	ホ
ヘ	ト	チ	ト	リ	ヘ	ヘ
ト	チ	ト	リ	リ	ト	ト
チ	リ	リ	リ	リ	チ	チ
リ	リ	リ	リ	リ	リ	リ
リ	リ	リ	リ	リ	リ	リ

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、立軸水車発電機の軸受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びなさい。

立軸水車発電機の回転体の主軸は [(1)] と案内軸受によって支えられている。 [(1)] は発電機回転子、水車ランナの重量及び水車ランナに加わる水圧を支える部分である。この軸受の回転部と接触する部分を静止板といい、回転部との摩擦を小さくし、発熱・摩耗を防いでいる。その表面には従来ホワイトメタルが採用されていたが、近年では更に耐熱性・耐摩耗性・摺動性に優れた材質の [(2)] 軸受も採用されてきた。この [(2)] 軸受の利点として、軸受損失の低減、始動摩擦の低減や焼き付き防止のために必要とされた [(3)] 装置や冷却装置の省略及び軸受表面の長寿命化などが挙げられる。

他方、案内軸受は主軸の横振れを防止する軸受で、二つ割の円筒軸受や更に多数に分割された [(4)] を用いる。

軸受配置の形式が [(5)] と呼ばれる水車発電機は、 [(1)] を回転子下部に設け発電機上部の案内軸受を省略したもので、低速かつ低振動の場合採用される。

[解答群]

- | | | |
|------------|-------------|------------|
| (イ) 樹脂 | (ロ) スラスト軸受 | (ハ) チップ軸受 |
| (ニ) 圧縮空気発生 | (ホ) 磁気 | (ヘ) ラジアル軸受 |
| (ト) 中間支持形 | (チ) プルアップ | (リ) オイルリフト |
| (ヌ) ブラケット | (ル) セグメント軸受 | (ワ) かさ形 |
| (ワ) 流 体 | (カ) パーシャル軸受 | (コ) 普通形 |

問2 次の文章は、石炭ガス化複合発電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びなさい。

石炭ガス化複合発電とは、石炭を (1) 内で (2) することにより一酸化炭素と水素を主成分とする可燃性ガスに転換し、その生成ガスから窒素化合物、 (3) ，ダスト、金属成分などの不純物を (4) で除去した上で、LNGと同様にガスタービン複合発電の燃料として使用する発電方式である。

石炭ガス化複合発電は、LNG ^た 焼き複合発電と比較すると、その送電端熱効率は (5) 。

[解答群]

- | | | |
|------------|------------|--------------|
| (イ) 低い | (ロ) 部分酸化 | (ハ) 電気式集じん装置 |
| (ニ) 完全燃焼 | (ホ) 転換炉 | (ヘ) 二酸化炭素 |
| (ト) 空気分離設備 | (チ) 還元 | (リ) スラグ |
| (ヌ) 高い | (ル) ガス精製装置 | (ヲ) ガス化炉 |
| (ワ) 等しい | (カ) 硫黄化合物 | (ヱ) 蒸留塔 |

問3 次の文章は、風力発電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びなさい。

プロペラ形風車を用いた風力発電では、風を風車のブレード（翼）に当てることにより、 (1) を発生させ、風車の軸部（ハブ）に回転力を与える。ハブには直接あるいは (2) 装置を介して誘導発電機や同期発電機の軸が接続されており、交流の電気エネルギーに変換する。これを商用系統に並列する方式には、AC リンク方式と DC リンク方式がある。

AC リンク方式では、誘導発電機が多く用いられる。その中で、かご形誘導発電機を用いた方式が構造的に最もシンプルであるが、風車の回転数が商用系統の周波数に対応した回転数にほぼ固定される。この欠点を補うため、巻線形の誘導発電機を用い、 (3) を制御することにより同期速度の 100 ～ 110 % 程度の範囲で回転数を制御できる方式もある。これらでは、いずれも (2) 装置が必要であり、また系統への併入時の突入電流を制限する (4) 装置や、力率改善用キャパシタが必要である。

巻線形誘導発電機の二次側をインバータなどにより適切な (5) 周波数の交流で励磁すれば、更に広い範囲での可変速化が可能であり、併せて電圧や無効電力の調整も可能となる。これを二次励磁方式という。

DC リンク方式では、発電機の交流出力を一旦直流とし、これをインバータで交流として並列する。二次励磁方式と同様の効果が、更に広い回転数範囲で得られる。ただし、二次励磁方式と比較すると大きなインバータ容量を必要とする。また、多極の同期発電機を用いれば、 (2) 装置なしでの発電も可能となる。

[問3の解答群]

- | | | |
|-------------------------|--------------|-------------|
| (イ) トルクコンバータ | (ロ) 揚 力 | (ハ) ソフトスタート |
| (ニ) 増 速 | (ホ) 漏れリアクタンス | (ヘ) 不 足 |
| (ト) 減 速 | (フ) 位相調整 | (リ) 滑 り |
| (ヌ) 自動揃 ^{せん} 速 | (ル) 等価リアクタンス | (ヲ) 慣性力 |
| (リ) 遠心力 | (カ) 二次抵抗 | (ヰ) 平滑化 |

問4 次の文章は、同期発電機の励磁系と同期安定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びなさい。

電力系統において事故が発生すると、同期発電機において [(1)] と電気出力のバランスが崩れ、同期発電機間の [(2)] が広がる。これがある範囲を逸脱する場合には、不安定な運転状態となり、同期運転が保てず脱調に至る。

系統の同期安定性を向上させることを目的に、同期発電機の励磁装置の速応性や [(3)] を高める対策を採用することがある。特に [(4)] 励磁方式は、励磁系としての時定数が小さく、また励磁変圧器の [(5)] を大きくとることで、同期発電機間の [(2)] の過渡的な変動を抑制すると、短時間領域での安定性向上に効果的である。

しかし、これらの対策によって、第2波以降の中間領域の同期安定性や小じょう乱同期安定性を悪化させることがあるため、PSS（電力系統安定化装置）が広く用いられている。

[問4の解答群]

- | | | | |
|----------|-----------|----------|-----------|
| (イ) 回転数 | (ロ) 二次電圧 | (ハ) 出力偏差 | (ニ) 共振 |
| (ホ) 直流 | (ヘ) 位相差 | (ト) 電気入力 | (チ) 抵抗 |
| (リ) 頂上電圧 | (ヌ) 機械入力 | (ル) 精度 | (フ) サイリスタ |
| (リ) 二次電流 | (カ) ブラシレス | (ヨ) 短絡比 | |

B問題（配点は1問題当たり20点）

問5 次の文章は、架空送電線の電氣的定数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びなさい。

架空送電線では、可とう性などの理由から、一般により線が用いられるが、この場合、素線の実長は中心導体に比べて若干長くなるので、その分抵抗が大きくなる。この割合を (1) といい、通常は2%程度である。一方で、電線に交流が流れると電流は断面全体にわたって一様に流れず、 (2) 多く流れる。この現象を (3) といい、このため抵抗が増加する。この際電流の流れる部分の深さ δ [m] は角周波数を ω [rad/s]、透磁率を μ [H/m]、導電率を σ [S/m] とすれば (4) [m] と表される。

一方、電線（単導体）1本の単位長当たりの作用インダクタンス L [mH/km] は比透磁率 μ_s 、線間距離 D [m]、電線半径 r [m] として (5) [mH/km] と表される。架空送電線の作用インダクタンスの値は (6) mH/km 程度である。

また、電線（単導体）1本の単位長当たりの作用静電容量 C [μ F/km] は比誘電率 ϵ_s 、線間距離 D [m]、電線半径 r [m] を用いて (7) [μ F/km] と表される。架空送電線の作用静電容量の値は0.008～0.01 μ F/km 程度である。

[問5の解答群]

(イ) 0.1

(ロ) より込み率

(ハ) 抵抗率

(ニ) $C = \frac{0.02413\epsilon_s}{\log_{10}(rD)}$

(ホ) 1

(ヘ) 表面に近くなるほど

(ト) 10

(フ) 近接効果

(リ) $\delta = \sqrt{\frac{\omega\mu\sigma}{2}}$

(ヌ) ゼーベック効果

(ル) $\delta = \sqrt{\frac{2}{\omega\mu\sigma}}$

(ヲ) アスペクト比

(リ) $C = \frac{0.02413\epsilon_s}{\log_{10}\left(\frac{r}{D}\right)}$

(カ) $L = 0.05\mu_s + 0.46051\log_{10}\frac{D}{r}$

(ヰ) $C = \frac{0.02413\epsilon_s}{\log_{10}\left(\frac{D}{r}\right)}$

(ク) 中心に近づくほど

(キ) $L = 0.05\mu_s + 0.46051\log_{10}\frac{r}{D}$

(ヨ) 表皮効果

(ツ) より線と中心導体の接点で

(ネ) $\delta = \sqrt{\frac{2\sigma}{\omega\mu}}$

問6 次の文章は、大形変圧器と分路リアクトルの鉄心材料及び構造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びなさい。

大形変圧器に一般に用いられている鉄心材料は方向性けい素鋼板である。方向性けい素鋼板は結晶格子が (1) に配向しており、無配向性けい素鋼板に比べて (2) , (3) が小さく (4) が高いので、大形変圧器の低損失化や低騒音化、小形化に寄与している。

方向性けい素鋼板は、鋼板製造時の圧延方向と同じ方向に磁束を流し、その特性を最大限に活用するような鉄心形状が用いられている。

また、最近では磁化特性の改善のため、磁区の高配向性化やレーザ照射などにより材料表面に溝を形成する (5) が適用されている。

一方、分路リアクトルには (6) 付鉄心リアクトルと空心リアクトルの二種類がある。 (6) 付鉄心は容量の大きなものでは、 (6) 部分の磁束のフリンジングによって (2) が増加する。それによる過熱を防ぐため、方向性けい素鋼板を放射状に積層し、樹脂で一体化した鉄心ブロック（放射状鉄心）が使用され、絶縁物スペーサと交互に積み上げられたものを上下継鉄を通して強固に締め付ける構造となっている。空心リアクトルは、方向性けい素鋼板を使用すると高コストになる場合、また、 (7) や高調波による (2) が問題となる場合に用いられる。

[問6の解答群]

- | | | |
|-----------|--------------|------------|
| (イ) 磁気遮へい | (ロ) 抵抗 | (ハ) 透過性 |
| (ニ) 透磁率 | (ホ) 漏れ磁束制御技術 | (ヘ) 圧力 |
| (ト) 漂遊損 | (フ) 同一方向 | (リ) 誘電率 |
| (ヌ) 磁気ひずみ | (ル) 振動 | (レ) 鉄損 |
| (ワ) 鉄共振 | (カ) 漏れ磁束 | (エ) 圧延効果技術 |
| (タ) ギャップ | (ク) 磁区制御技術 | (オ) 過電圧 |
| (ツ) 多方向 | (ネ) 磁化方向 | |