

平成 25 年度

第 1 種
電 力

(第 2 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

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：0141N0123Aの場合）

受 験 番 号										
数 字				記号	数 字				記号	
0	1	4	1	N	0	1	2	3	A	
●					●	○	○	○	●	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 ① 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)
●	○	○	○	○	○	○
○	●	○	○	○	○	○
○	○	●	○	○	○	○
○	○	○	●	○	○	○
○	○	○	○	●	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○

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。

(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，火力発電所に用いられる非常用交流電源及び直流電源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。

火力発電所の所内回路のうち，主に保安用補機へ供給する配電盤に接続可能な非常用交流電源としては (1) が一般的に多く使用される。送電系統の事故波及や所内回路事故などで所内回路が電源喪失した場合でもプラントを安全に (2) するために非常用交流電源側へ自動的に切り換えて供給する。保安用補機としては， (3) や密封油ポンプ，ターニングギア，保安用照明などがある。

火力発電所の直流電源としては蓄電池が一般的に使用される。プラントの運用上重要な (4) などへ常時供給する他に，保安用補機へ供給する配電盤が停電した場合のバックアップ用補機へ供給する。なお，蓄電池の容量は， (5) や使用温度，最低電圧などを勘案しながら停電中に供給する負荷電流の変化や停電継続時間を想定して決める。

[解答群]

- | | | |
|---------------|--------------|--------------|
| (イ) ガスタービン発電機 | (ロ) 押込通風機 | (ハ) 停 止 |
| (ニ) 保護・制御回路 | (ホ) 始 動 | (ヘ) 電解液の比重 |
| (ト) タービン油ポンプ | (フ) フライホイール | (リ) 浮動充電時の電流 |
| (ヌ) 電気防食装置 | (ル) 経年的な容量低下 | (ヲ) 電気集じん器 |
| (リ) 運転継続 | (カ) 給水ポンプ | (ヱ) ディーゼル発電機 |

問 2 次の文章は、ガス絶縁変圧器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。

都市部の屋内・地下変電所では、防火対策が簡略化できることから従来の絶縁油に代わり、 SF_6 ガスにて絶縁し、不燃化を図るガス絶縁変圧器が採用される例が増えている。GIS などのガス絶縁開閉機器との組み合わせも容易であり、 (1) が不要のため高さ低減もできるなどの利点がある。

ガス絶縁変圧器の絶縁は、 SF_6 ガスと固体との複合絶縁で構成し、導体絶縁材料には (2) が使用されている。また、冷却は 60 [MV・A] 程度以下の小容量器では、 SF_6 ガスを (3) して冷却する方式が用いられている。 SF_6 ガスは絶縁油に比べ、 (4) が低く、巻線の冷却効率が劣るため、300 [MV・A] 程度の大容量器では、開発当初は、冷却媒体として不燃性で冷却性能の高いパーフルオロカーボンを用いる方式が用いられていたが、最近では SF_6 ガスの (5) を高め、冷却性能を高めた方式が主に用いられている。

[解答群]

- | | | |
|-----------|------------|-----------------------|
| (イ) モールド | (ロ) 比 熱 | (ハ) ポリエステル系フィルム (PET) |
| (ニ) セパレート | (ホ) 磁気シールド | (ヘ) コンサベータ |
| (ト) 温 度 | (チ) 沸 点 | (リ) 圧 力 |
| (ヌ) 融 点 | (ル) 循 環 | (ヲ) ケーブルヘッド |
| (ワ) 液 化 | (カ) クラフト紙 | (ヨ) 分子間結合力 |

問3 次の文章は、架空送電線路に使用される電線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。

架空送電線路に広く使用されている鋼心アルミより線は、亜鉛めっき鋼線の外側に硬アルミ線をより合わせた合成より線である。硬アルミ線の導電率は硬銅線の (1) で鋼心線よりは高く、一般に、鋼心線には電流が流れないものとして抵抗値を計算する。一方、電線のたるみを計算する際に用いられる弾性係数 [Pa] は、硬アルミ線と鋼心線の特性を考慮し、 (2) と計算される。ただし、硬アルミ線と鋼心線の弾性係数 [Pa] をそれぞれ E_a 、 E_s とし、断面積 [mm²] をそれぞれ A_a 、 A_s とする。

電線に流すことのできる電流(許容電流)は、電線の (3) を考慮して決定された最高許容温度を超えない電流として算定される。電流が連続的に流れる場合の許容電流(連続許容電流)は、外部環境の影響をうけるため、最高許容温度の状態において抵抗損と日射による熱量の増加と、風と放射による熱量の減少が平衡する電流値として計算される。このとき、電線の抵抗値が電線温度の上昇により (4) ことや、 (5) などにより電線の抵抗値が直流の場合に比べて (4) ことを考慮する必要がある。

[解答群]

- | | | | |
|---|-----------------------------------|--------------|---|
| (イ) $\frac{E_a A_s^2 + E_s A_a^2}{A_a A_s}$ | (ロ) 約 40 [%] | (ハ) マイスナー効果 | (ニ) $\frac{E_a A_a + E_s A_s}{A_a + A_s}$ |
| (ホ) $\frac{E_a A_s + E_s A_a}{A_a + A_s}$ | (ヘ) 誘導特性 | (ト) 約 80 [%] | (チ) 表皮効果 |
| (リ) 約 60 [%] | (ヌ) 軟化特性 | (ル) 減少する | (フ) 溶融点 |
| (ワ) 増加する | (カ) $(E_a + E_s) \frac{A_s}{A_a}$ | (ク) ホール効果 | |

問4 次の文章は、高圧受電設備の過電流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びなさい。

高圧受電設備における過電流保護の目的は、機械器具及び電線を保護し、かつ、過電流による (1) を防止することである。そのため、構内に設置する主遮断装置は、電気事業者の (2) の過電流保護装置と動作協調を図ることが必要であるとともに、構内の変圧器の (3) や電動機の始動電流などで動作しないようにしなければならない。

高圧受電設備の保護方式は、主遮断装置として (4) を用い保護リレー装置などとの組み合わせによって保護を行う方式と、限流ヒューズと (5) を組み合わせて保護を行う方式に大別される。

[解答群]

- | | | |
|---------------|------------|--------------|
| (イ) 高圧交流遮断器 | (ロ) 避雷器 | (ハ) 柱上変圧器 |
| (ニ) 断路器 | (ホ) 波及事故 | (ヘ) 零相電圧 |
| (ト) 零相電流 | (フ) 漏電遮断器 | (リ) 混触事故 |
| (ヌ) 高圧交流負荷開閉器 | (ル) 配電用変電所 | (ヲ) 地絡事故 |
| (ワ) 励磁突入電流 | (カ) 電磁開閉器 | (ヨ) 高圧カットアウト |

B問題（配点は1問題当たり20点）

問5 次の文章は、水車・発電機の非破壊試験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。

水車の非破壊試験は、主としてランナ、主軸、ケーシング、ガイドベーン等の曲がり部やフランジ付け根部などの (1) 急変部、又は高応力部、溶接部などについて実施し、磁粉探傷試験、浸透探傷試験、超音波探傷試験などがある。

一方、発電機の電氣的非破壊試験の一つとして絶縁特性試験があり、これには直流試験と交流試験とがある。

直流試験には、 (2) 計を用いて日常一般的に行う (2) 測定のほか、成極指数を指標とする直流電流試験がある。成極指数は、 (3) の (4) により絶縁の良否を判定するものである。

交流試験には、誘電正接試験、交流電流試験及び部分放電試験がある。

誘電正接試験は、絶縁劣化すると交流電圧印加時に絶縁物内部の (5) が大きくなる特性を利用し、交流電流試験は、一般的に直線的になる絶縁物の電流-電圧特性が、絶縁劣化すると電流の (6) が大きくなることに着目した試験方法である。

部分放電試験は、電圧を印加し、巻線表面又は絶縁物内部の (7) で発生する部分放電を測定する試験であり、 (8) から劣化の程度を推定する。

[問 5 の解答群]

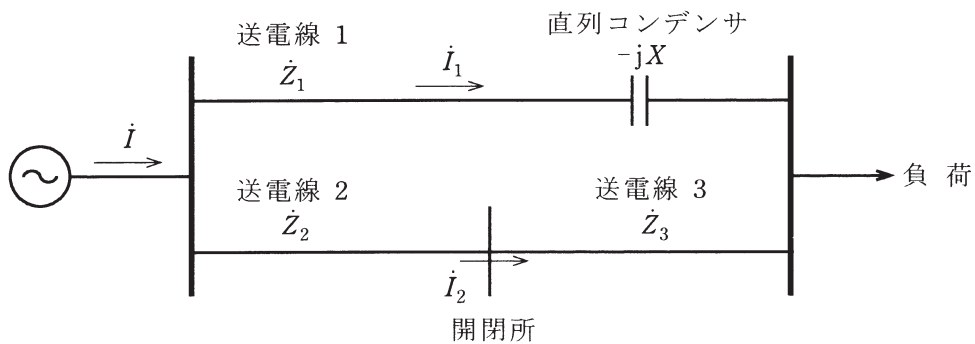
- | | | |
|-------------------|-------------|-------------|
| (イ) 印加電圧 | (ロ) 増加率 | (ハ) 低減率 |
| (ニ) 発熱損失 | (ホ) 形 状 | (ヘ) 最大放電電荷量 |
| (ト) ボイド | (チ) 材 質 | (リ) 激減した時間 |
| (ヌ) 1 分値と 10 分値の比 | (ル) 接地点 | (ヲ) 充電電流 |
| (ワ) クーロン力 | (カ) 圧 力 | (ヨ) 静電容量 |
| (タ) ゆらぎ | (レ) コロナ放電光度 | (ヅ) 絶縁抵抗 |
| (ツ) 電 圧 | (ネ) 誘電率 | |

問6 次の文章は、線路リアクタンスを補償する目的で、線路に直列に挿入される直列コンデンサ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。

直列コンデンサを挿入することによる利点は、 (1) の改善、 (2) ，送電損失の低減などが挙げられる。一方、直列コンデンサの容量性リアクタンスは、 (3) との関係において、軸ねじり振動を起こす可能性があり留意する必要がある。ここで、送電線1に直列コンデンサを挿入した図のような三相3線式送電系統の送電損失について考える。なお、送電線2と3は開閉所を介して接続されている。

送電損失[W] (送電線1～3の合計)を、図中の記号及び下記のインピーダンス値を用いて表すと、 (4) となる。また、送電線2を流れる電流 \dot{I}_2 は、 \dot{I} と X を用いて表すと、 (5) となる。同様に、送電線1の電流 \dot{I}_1 を、 \dot{I} と X を用いて表し、 $|\dot{I}_1|$ と $|\dot{I}_2|$ を (4) に代入すると、送電損失を $|\dot{I}|$ と X を用いて表すことができる。

この式より、送電損失が最小となるように直列コンデンサのインピーダンスを設定する。そのときの送電損失[W]を、 $|\dot{I}|$ を用いて表すと (6) であることが分かる。



- ・送電線1, 2を流れる電流の合計 \dot{I} [A]
- ・送電線1, 2を流れる電流 \dot{I}_1 [A], \dot{I}_2 [A]
- ・送電線1, 2, 3の1相当りのインピーダンス
 $\dot{Z}_1 = 2 + j4$ [Ω], $\dot{Z}_2 = 2 + j3$ [Ω], $\dot{Z}_3 = 2 + j3$ [Ω]
- ・直列コンデンサのインピーダンス $-jX$ [Ω] (ただし, $0 < X < 4$)

[問6の解答群]

- (イ) $3\left(2|\dot{I}_1|^2 + 4|\dot{I}_2|^2\right)$ (ロ) $\frac{2+j(4-X)}{4+j6}\dot{I}$ (ハ) $2\left(\sqrt{5}|\dot{I}_1|^2 + \sqrt{13}|\dot{I}_2|^2\right)$
- (ニ) $2|\dot{I}_1|^2 + 4|\dot{I}_2|^2$ (ホ) $5|\dot{I}|^2$ (ヘ) 発電機調速機
- (ト) 電圧変動 (チ) 相間不平衡電圧 (リ) $22|\dot{I}|^2$
- (ヌ) 送電線リアクタンス (ル) $4|\dot{I}|^2$ (レ) 励磁突入電流
- (リ) $\frac{4+j6}{6+j(10-X)}\dot{I}$ (カ) 系統周波数特性定数 (ロ) $\frac{2+j(4-X)}{6+j(10-X)}\dot{I}$
- (タ) 深夜帯のフェランチ効果の低減 (ル) 長距離送電線の安定度向上
- (リ) 短距離送電線の安定度向上