

平成 26 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：0141L01234C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	C	
●					●	○	○	○	○	A	A
○	●	○	●		○	●	○	○	○	B	B
○	○	○	○		○	○	●	○	○	C	C
○	○	○	○		○	○	○	●	○	K	K
○	○	●	○	●	○	○	○	○	●	L	L
○	○		○		○	○	○	○	○	M	M
○	○		○		○	○	○	○	○	N	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					問 2				
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
●	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	●	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	●	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	●	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	●	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
○	○	○	○	○	○	○	○	○	○

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 $f=50 \text{ Hz}$ 670 kV·A)

② 数字以外と組み合わせる場合

(例： $I \text{ [A]}$ 抵抗 $R \text{ [}\Omega\text{]}$ 面積は $S \text{ [m}^2\text{]}$)

(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，揚水発電所の総合効率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。

上池，下池の水面標高差が210 m，発電時，揚水時の損失水頭がともに10 m，発電使用水量，揚水量とも $50 \text{ m}^3/\text{s}$ ，水車効率，ポンプ効率とともに88%，発電機効率，電動機効率がともに98%の同期発電電動機を設置する揚水発電所がある。

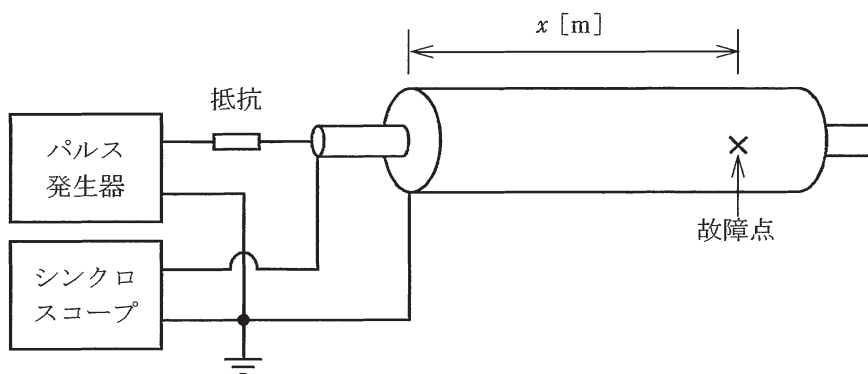
ここで，運転による水位変動は標高差に比べ小さく，無視できるものとし，重力加速度を 9.8 m/s^2 とすれば，この発電所の発電運転時の発電機出力は (1) MW である。揚水運転時の全揚程は (2) m である。揚水発電所においては，発電と揚水のモードを変更するときは， (3) により，主回路を切替える。この発電所の揚水運転時の電動機入力， (4) MW となり，したがって，この揚水発電所の総合効率は， (5) %となる。

[問 1 の解答群]

- | | | | |
|------------|------------|---------|-----------|
| (イ) 210 | (ロ) 114 | (ハ) 220 | (ニ) 200 |
| (ホ) 12.8 | (ヘ) 93 | (ト) 68 | (チ) 並列遮断器 |
| (リ) 85 | (ヌ) 同期投入装置 | (ル) 78 | (フ) 125 |
| (ワ) 相反転断路器 | (カ) 74 | (コ) 8.6 | |

問2 次の文章は、ケーブルの故障点測定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。

ケーブルの故障点測定手法にはマーレーロープ法、パルス法、静電容量法などがあるが、このうち通常断線故障のみに適用されるのは (1) である。一方、地絡故障に用いられる手法の一つに、一定時間おきにインパルス状の (2) パルスを送り出し、このパルスが故障点で反射して返ってくる性質を利用して、パルスが故障点までの間を往復する時間を測る方法がある。パルスがケーブルの中を伝わる速度を v [m/ μ s]、パルスを送り出してから返ってくるまでの時間を t [μ s] とすると、図の故障点までの距離 x [m] は (3) で求められる。ケーブルの回路定数は形状、寸法等で異なるが、例えば $L = 0.3$ mH/km、 $C = 0.2$ μ F/km の場合、ケーブルが無損失と仮定して伝播速度を求めると、約 (4) である。ケーブル導体が故障点において外側遮へい導体と完全短絡して地絡故障が発生している場合には、単一パルスが故障点に到達すると、ケーブルのサージインピーダンスが故障点を除き全長にわたって一様ならば (5) 反射パルスが発生して送信端まで戻ってくる。



ケーブルの故障点測定

[問2の解答群]

- | | | | |
|---------------------------------|--------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| (イ) マーレーループ法 | (ロ) 逆位相の | (ハ) 超音波 | (ニ) $300 \text{ m}/\mu\text{s}$ |
| (ホ) vt | (ヘ) $\frac{vt}{2}$ | (ト) 同位相の | (フ) $2vt$ |
| (リ) 電 圧 | (ヌ) 電 流 | (ル) 静電容量法 | (ヲ) 多数の |
| (ワ) $4.1 \text{ m}/\mu\text{s}$ | (カ) パルス法 | (ヨ) $130 \text{ m}/\mu\text{s}$ | |

問3 次の文章は、図に示す長距離送電線と変圧器が直列に接続された送電系統の四端子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。

長距離送電線の四端子定数は (1) モデルから求められる。長距離送電線の (2) を \dot{Z}_c 、 (3) を $\dot{\gamma}$ 、送電線路の長さを l とし、変圧器は変圧比を $1:n$ 、励磁インピーダンスを \dot{Z}_0 、漏れインピーダンスを \dot{Z}_1 とする。また、 \dot{E}_s 及び \dot{I}_s 、 \dot{E}_m 及び \dot{I}_m 、 \dot{E}_r 及び \dot{I}_r はそれぞれ端子 s, m, r の相電圧及び電流であり、

$$\begin{bmatrix} \dot{E}_s \\ \dot{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{A}_1 & \dot{B}_1 \\ \dot{C}_1 & \dot{D}_1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_m \\ \dot{I}_m \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \dot{E}_m \\ \dot{I}_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{A}_2 & \dot{B}_2 \\ \dot{C}_2 & \dot{D}_2 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_r \\ \dot{I}_r \end{bmatrix}, \quad \begin{bmatrix} \dot{E}_s \\ \dot{I}_s \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dot{A} & \dot{B} \\ \dot{C} & \dot{D} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \dot{E}_r \\ \dot{I}_r \end{bmatrix}$$

である。

長距離送電線の四端子定数のうち \dot{A}_1, \dot{B}_1 は

$$\dot{A}_1 = \cosh \dot{\gamma} l, \quad \dot{B}_1 = \text{ (4)}$$

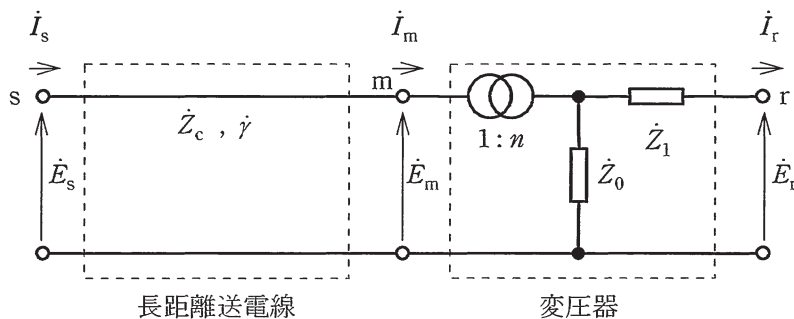
となる。次に変圧器の四端子定数のうち \dot{B}_2, \dot{D}_2 は

$$\dot{B}_2 = \frac{\dot{Z}_1}{n}, \quad \dot{D}_2 = \text{ (5)}$$

となる。次に送電系統全体の四端子定数のうち \dot{C} は

$$\dot{C} = \frac{\sinh \dot{\gamma} l}{n \times \dot{Z}_c} + \frac{n \times \cosh \dot{\gamma} l}{\dot{Z}_0}$$

となる。



[問3の解答群]

$$(イ) \frac{1}{n} \left(1 + \frac{\dot{Z}_0}{\dot{Z}_1} \right)$$

(ロ) 分布定数

$$(ハ) -\dot{Z}_c \cosh \gamma l$$

$$(ニ) n \left(1 + \frac{\dot{Z}_1}{\dot{Z}_0} \right)$$

(ホ) 線路インピーダンス (ヘ) 伝搬定数

(ト) 特性インピーダンス

$$(チ) \dot{Z}_c \sinh \gamma l$$

$$(リ) n \left(1 + \frac{\dot{Z}_0}{\dot{Z}_1} \right)$$

$$(ヌ) \dot{Z}_c \cosh \gamma l$$

(ル) 伝達インピーダンス

(ヲ) 位相速度

(ワ) 伝搬速度

(カ) 集中定数

(コ) 非線形

問4 次の文章は、高電圧電力機器の絶縁材料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。

高電圧電力機器の絶縁材料としては、空気、SF₆ガスなどの気体、絶縁油などの液体、エポキシ樹脂、高分子固体、フィルムなどの固体及び真空などがあり、それぞれの絶縁耐力は大きく異なる。

交流に対する空気の絶縁耐力（波高値、大気圧）は、一般に [(1)] 程度である。GIS に用いられている SF₆ ガス（大気圧）は、空気の約 [(2)] の絶縁耐力をもっている。SF₆ ガスの絶縁耐力は電界依存性が高く、 [(3)] が存在すると大幅に絶縁耐力が低下するため、製造・組み立て時の品質管理は重要である。

油入変圧器では、絶縁油と絶縁紙の複合絶縁となるが、電圧がほとんど油間隙にかかる。絶縁油（鉱油）の絶縁耐力（波高値）は [(4)] 程度であるが、気泡、水分、微粒子が存在すると絶縁耐力が低下するので、製造・組み立て時に品質管理をする必要がある。

CV ケーブルで用いられる高分子絶縁材料である架橋ポリエチレン（XLPE）の設計電界（波高値換算）は最近のものでは、500 kV/cm 程度である。他の機器と比較すると絶縁厚さが薄いので、製造時に、絶縁体中に [(3)] や [(5)] が存在し絶縁耐力が低下しないように、きめ細かい品質管理をする必要がある。

[解答群]

- | | | | |
|--------------|---------------|---------------|--------------|
| (イ) 3 倍 | (ロ) 吸着剤 | (ハ) 60 kV/cm | (ニ) 水トリー |
| (ホ) 30 kV/cm | (ヘ) 10 倍 | (ト) 10 kV/cm | (チ) 30 倍 |
| (リ) 20 倍 | (ヌ) 800 kV/cm | (ル) 200 kV/cm | (フ) 80 kV/cm |
| (ワ) ボイド | (カ) 金属異物 | (コ) 5 倍 | |

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，火力発電所で用いられる集じん装置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。

集じん装置には， (1) ，電気式，ろ過式， (2) がある。

(1) は単純な構造であるが電気式と比較して微粒子の捕集性能は劣る。ろ過式は圧力損失が大きく， (2) は多量の水を必要とすることなどから，近年の火力発電所では，一般的に電気式集じん装置を採用している。

電気式集じん装置では (3) を利用して含じんガス中の粒子に電荷を与え， (4) によって粒子を分離・捕集する。電気式集じん装置は粒径 (5) の微粒子まで捕集が可能である。

[解答群]

- | | | |
|-------------|--------------|----------------|
| (イ) アーク放電 | (ロ) 酸化還元反応 | (ハ) 0.1 μm 以下 |
| (ニ) 格子式 | (ホ) 遠心式 | (ヘ) 湿 式 |
| (ト) グロー放電 | (チ) コロナ放電 | (リ) クーロン力 |
| (ヌ) 吸着式 | (ル) 10 μm 程度 | (ヲ) ファンデルワールス力 |
| (リ) 1 μm 程度 | (カ) 接触還元式 | (ヨ) 電子線式 |

問6 次の文章は、開閉過電圧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。

開閉過電圧とは、遮断器や断路器などの開閉操作によって発生する過電圧をいう。送電線の絶縁に影響を与える代表的なものとして、遮断器による送電線投入時の過電圧と、遮断器による [(1)] 遮断時の過電圧がある。開閉過電圧の波形や波高値は、線路長、系統構成、電源容量、中性点の接地方式など多くの要因に影響されるが、その継続時間は百マイクロ秒程度から [(2)] 程度である。

遮断器を投入することは、投入前の遮断器の [(3)] 電圧と同じ大きさで、かつ逆位相の電圧を遮断器 [(3)] に急激に印加することと等価である。無負荷送電線を充電する場合、又は事故時に高速度再閉路を行う場合にはこの過渡現象によって大きな過電圧が生じる。この過電圧の大きさは、前述の回路条件のほかに、遮断器投入時の [(4)] によって大きく影響される。さらに、無負荷送電線の充電投入よりも高速度再閉路の方が [(5)] の影響によって大きくなり、単相投入時よりも三相投入時の方が他相からの誘導を受けるために大きくなる。

[解答群]

- | | | | |
|-----------|----------|------------|-------------|
| (イ) 位相 | (ロ) 数ミリ秒 | (ハ) 相間 | (ニ) 線路残留電荷 |
| (ホ) 数百ミリ秒 | (ヘ) 極間 | (ト) 負荷電流 | (チ) 高速 |
| (リ) 高調波電流 | (ヌ) 電流値 | (ル) 無負荷送電線 | (フ) 数百マイクロ秒 |
| (ロ) 地絡電流 | (カ) 内部導体 | (コ) 周囲温度 | |

問7 次の文章は、配電系統に施設される柱上開閉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。

柱上開閉器は、主に配電線路の作業時の区分用又は故障時の [(1)] 用として使用される。柱上開閉器は操作ひもにより開閉操作する手動式と、 [(2)] と組み合わせた自動式に区分される。

以前は油入形が主流だったが、昭和51年(1976年)に「電気設備に関する技術基準を定める省令」において柱上開閉器への絶縁油の使用が禁止されたことから、現在は主に気中形と [(3)] とが使用されるようになった。最近では、 [(4)] と高絶縁化を図るためSF₆ガスを使用したガス開閉器も使用されている。

柱上気中開閉器の消弧は、可動電極の移動によって [(5)] を固定電極から細げき消弧室に引き込み冷却したり、消弧ガスの吹き付け効果により消弧する自力細げき消弧方式が主流である。

[解答群]

- | | | | |
|-------------|------------|-----------|------------|
| (イ) 漏電遮断 | (ロ) 中継装置 | (ハ) 磁気遮断形 | (ニ) 環境性の向上 |
| (ホ) 短絡電流 | (ヘ) コンパクト化 | (ト) 電流制限 | (フ) 制御装置 |
| (リ) 計測装置 | (ヌ) アーク | (ル) 固体絶縁形 | (フ) 真空形 |
| (リ) 耐汚損性の向上 | (カ) 切り離し | (ヨ) 地絡電流 | |