

平成 24 年度

第 3 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（又はB）のしん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：0141C01234Lの場合）

受 験 番 号										
数		字		記号	数		字		記号	
0	1	4	1	C	0	1	2	3	4	L
●					●	○	○	○	○	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. 問題の解答の選択肢は(1)から(5)まであります。その中から一つ選びマークシートの解答欄にマークしてください。

なお、二つ以上マークした場合には、採点されません。

(解答記入例)

問1 日本で一番高い山として、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 大雪山 (2) 浅間山 (3) 富士山 (4) 立山 (5) 阿蘇山

正解は「(3)」ですから、マークシートには

問題 番号	選 択 肢 番 号
1	① ② ● ④ ⑤

のように選択肢番号の枠内を塗りつぶしてください。

(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。

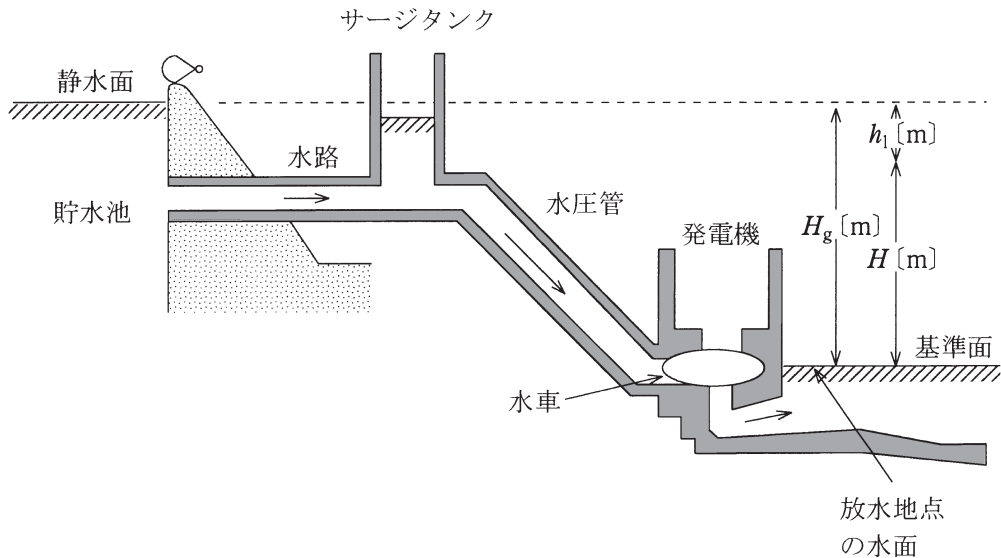
## A問題 (配点は1問題当たり5点)

問1 次の文章は、水力発電の理論式に関する記述である。

図に示すように、放水地点の水面を基準面とすれば、基準面から貯水池の静水面までの高さ  $H_g$  [m] を一般に (ア) という。また、水路や水圧管の壁と水との摩擦によるエネルギー損失に相当する高さ  $h_1$  [m] を (イ) という。さらに、 $H_g$  と  $h_1$  の差  $H = H_g - h_1$  を一般に (ウ) という。

いま、 $Q$  [ $\text{m}^3/\text{s}$ ] の水が水車に流れ込み、水車の効率を  $\eta_w$  とすれば、水車出力  $P_w$  は (エ) になる。さらに、発電機の効率を  $\eta_g$  とすれば、発電機出力  $P$  は (オ) になる。ただし、重力加速度は  $9.8$  [ $\text{m}/\text{s}^2$ ] とする。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



(選択肢は右側に記載)

	(7)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	総落差	損失水頭	実効落差	$9.8QH\eta_w \times 10^3 [\text{W}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g \times 10^3 [\text{W}]$
(2)	自然落差	位置水頭	有効落差	$\frac{9.8QH}{\eta_w} \times 10^{-3} [\text{kW}]$	$\frac{9.8QH\eta_g}{\eta_w} \times 10^{-3} [\text{kW}]$
(3)	総落差	損失水頭	有効落差	$9.8QH\eta_w \times 10^3 [\text{W}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g \times 10^3 [\text{W}]$
(4)	基準落差	圧力水頭	実効落差	$9.8QH\eta_w [\text{kW}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g [\text{kW}]$
(5)	基準落差	速度水頭	有効落差	$9.8QH\eta_w [\text{kW}]$	$9.8QH\eta_w\eta_g [\text{kW}]$

問2 次の文章は、汽力発電所のタービン発電機の特徴に関する記述である。

汽力発電所のタービン発電機は、水車発電機に比べ回転速度が  なるため、 強度を要求されることから、回転子の構造は  にし、水車発電機よりも直径を  しなければならない。このため、水車発電機と同出力を得るためには軸方向に  することが必要となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)、(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、最も適切なものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	高 く	熱 的	突極形	小さく	長 く
(2)	低 く	熱 的	円筒形	大きく	短 く
(3)	高 く	機械的	円筒形	小さく	長 く
(4)	低 く	機械的	円筒形	大きく	短 く
(5)	高 く	機械的	突極形	小さく	長 く

問3 汽力発電所の保護装置に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) ボイラ内の蒸気圧力が一定限度を超えたとき、蒸気を放出させ機器の破損を防ぐ蒸気加減弁が設置されている。
- (2) ボイラ水の循環が円滑に行われないうち、水管の焼損事故を防止するため、燃料を遮断してバーナを消火させる燃料遮断装置が設置されている。
- (3) 蒸気タービンの回転速度が定格を超える一定値以上に上昇すると、自動的に蒸気止弁を閉じて、タービンを停止する非常调速機が設置されている。
- (4) 蒸気タービンの軸受油圧が異常低下したとき、タービンを停止させるトリップ装置が設置されている。
- (5) 発電機固定子巻線の内部短絡を検出・保護するために、比率差動継電器が設置されている。

問4 0.01 [kg] のウラン 235 が核分裂するとき 0.09 [%] の質量欠損が生じるとする。これにより発生するエネルギーと同じだけの熱を得るのに必要な重油の量 [1] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、重油発熱量を 43 000 [kJ/l] とする。

- (1) 950      (2) 1 900      (3) 9 500      (4) 19 000      (5) 38 000



問5 風力発電に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 風力発電は、風の力で風力発電機を回転させて電気を発生させる発電方式である。風が得られれば燃焼によらずパワーを得ることができるため、発電するときにCO<sub>2</sub>を排出しない再生可能エネルギーである。
- (2) 風車で取り出せるパワーは風速に比例するため、発電量は風速に左右される。このため、安定して強い風が吹く場所が好ましい。
- (3) 離島においては、風力発電に適した地域が多く存在する。離島の電力供給にディーゼル発電機を使用している場合、風力発電を導入すれば、そのディーゼル発電機の重油の使用量を減らす可能性がある。
- (4) 一般的に、風力発電では同期発電機、永久磁石式発電機、誘導発電機が用いられる。特に、大形の風力発電機には、同期発電機又は誘導発電機が使われている。
- (5) 風力発電では、翼が風を切るため騒音を発生する。風力発電を設置する場所によっては、この騒音が問題となる場合がある。この騒音対策として、翼の形を工夫して騒音を低減している。

問6 次の文章は、ガス絶縁開閉装置(GIS)に関する記述である。

ガス絶縁開閉装置(GIS)は、遮断器、断路器、避雷器、変流器等の機器を絶縁性の高いガスが充填された金属容器に収めた開閉装置である。この絶縁ガスとしては、 ガスが現在広く用いられている。機器の充電部を密閉した金属容器は されるため感電の危険性がほとんどない。また、気中絶縁の設備に比べて装置が する。このようなことから大都市の地下変電所や 対策の開閉装置として適している。

上記の記述中の空白箇所(ア)、(イ)、(ウ)及び(エ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)
(1)	SF <sub>6</sub>	絶 縁	小形化	塩 害
(2)	C <sub>3</sub> F <sub>6</sub>	絶 縁	大形化	水 害
(3)	SF <sub>6</sub>	接 地	小形化	塩 害
(4)	C <sub>3</sub> F <sub>6</sub>	絶 縁	大形化	塩 害
(5)	SF <sub>6</sub>	接 地	小形化	水 害

問7 送電線の送電容量に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 送電線の送電容量は、送電線の電流容量や送電システムの安定度制約などで決定される。
- (2) 長距離送電線の送電電力は、原理的に送電電圧の2乗に比例するため、送電電圧の格上げは、送電容量の増加に有効な方策である。
- (3) 電線の太線化は、送電線の電流容量を増すことができるので、短距離送電線の送電容量の増加に有効な方策である。
- (4) 直流送電は、交流送電のような安定度の制約がないため、理論上、送電線の電流容量の限界まで電力を送電することができるので、長距離・大容量送電に有効な方策である。
- (5) 送電システムの中性点接地方式に抵抗接地方式を採用することは、地絡電流を効果的に抑制できるので、送電容量の増加に有効な方策である。

問 8 次の文章は、調相設備に関する記述である。

送電線の送・受電端電圧の変動が少ないことは、需要家ばかりでなく、機器への影響や電線路にも好都合である。負荷変動に対応して力率を調整し、電圧値を一定に保つため、調相設備を負荷と  に接続する。

調相設備には、電流の位相を進めるために使われる  ，電流の位相を遅らせるために使われる  ，また、両方の調整が可能な  や近年ではリアクトルやコンデンサの容量をパワーエレクトロニクスを用いて制御する  装置もある。

上記の記述中の空白箇所(ア)，(イ)，(ウ)，(エ)及び(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

	(ア)	(イ)	(ウ)	(エ)	(オ)
(1)	並列	電力用コンデンサ	分路リアクトル	同期調相機	静止形無効電力補償
(2)	並列	直列リアクトル	電力用コンデンサ	界磁調整器	PWM 制御
(3)	直列	電力用コンデンサ	直列リアクトル	同期調相機	静止形無効電力補償
(4)	直列	直列リアクトル	分路リアクトル	界磁調整器	PWM 制御
(5)	直列	分路リアクトル	直列リアクトル	同期調相機	PWM 制御

問9 直流送電に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 直流送電線は、線路の回路構成をするうえで、交流送電線に比べて導体本数が少なくて済むため、同じ電力を送る場合、送電線路の建設費が安い。
- (2) 直流は、変圧器で容易に昇圧や降圧ができない。
- (3) 直流送電は、交流送電と同様にケーブル系統での充電電流の補償が必要である。
- (4) 直流送電は、短絡容量を増大させることなく異なる交流系統の非同期連系を可能とする。
- (5) 直流系統と交流系統の連系点には、交直変換所を設置する必要がある。

問10 こう長 20 [km] の三相 3 線式 2 回線の送電線路がある。受電端で 33 [kV]，  
6 600 [kW] ， 力率 0.9 の三相負荷に供給する場合，受電端電力に対する送電  
損失を 5 [%] 以下にするための電線の最小断面積 [mm<sup>2</sup>] の値として，計算値  
が最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，使用電線は，断面積 1 [mm<sup>2</sup>]，長さ 1 [m] 当たりの抵抗を  $\frac{1}{35}$  [ $\Omega$ ]  
とし，その他の条件は無視する。

- (1) 14.3      (2) 23.4      (3) 24.7      (4) 42.8      (5) 171

問11 電圧 6.6 [kV]，周波数 50 [Hz]，こう長 1.5 [km] の交流三相 3 線式地中電線路がある。ケーブルの心線 1 線当たりの静電容量を 0.35 [ $\mu\text{F}/\text{km}$ ] とするとき，このケーブルの心線 3 線を充電するために必要な容量 [ $\text{kV}\cdot\text{A}$ ] の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 4.2      (2) 4.8      (3) 7.2      (4) 12      (5) 37

問12 送配電線路のフェランチ効果に関する記述として、誤っているものを次の

(1)～(5)のうちから一つ選べ。

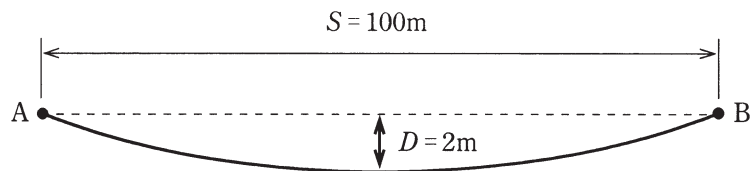
- (1) 受電端電圧の方が送電端電圧より高くなる現象である。
- (2) 線路電流が大きい場合より著しく小さい場合に生じることが多い。
- (3) 架空送配電線路の負荷側に地中送配電線路が接続されている場合に生じる可能性が高くなる。
- (4) 線路電流の位相が電圧に対して遅れている場合に生じることが多い。
- (5) 送配電線路のこう長が短い場合より長い場合に生じることが多い。



問13 図のように高低差のない支持点 A, B で支持されている径間  $S$  が 100 [m] の架空電線路において、導体の温度が 30 [°C] のとき、たるみ  $D$  は 2 [m] であった。

導体の温度が 60 [°C] になったとき、たるみ  $D$  [m] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし、電線の線膨張係数は 1 [°C] につき  $1.5 \times 10^{-5}$  とし、張力による電線の伸びは無視するものとする。



- (1) 2.05      (2) 2.14      (3) 2.39      (4) 2.66      (5) 2.89

問14 導電材料としてよく利用される銅に関する記述として、誤っているものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 電線の導体材料の銅は、電気銅を精製したものが用いられる。
- (2) CV ケーブルの電線の銅導体には、軟銅が一般に用いられる。
- (3) 軟銅は、硬銅を 300 ～ 600 [°C] で焼きなますことにより得られる。
- (4) 20 [°C] において、最も抵抗率の低い金属は、銅である。
- (5) 直流発電機の整流子片には、硬銅が一般に用いられる。

**B問題**（配点は1問題当たり(a)5点，(b)5点，計10点）

問15 定格出力 300 [MW] の石炭火力発電所について，次の(a)及び(b)の間に答えよ。

(a) 定格出力で 30 日間連続運転したときの送電端電力量 [MW・h] の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

ただし，所内率は 5 [%] とする。

- (1) 184 000    (2) 194 000    (3) 205 000    (4) 216 000    (5) 227 000

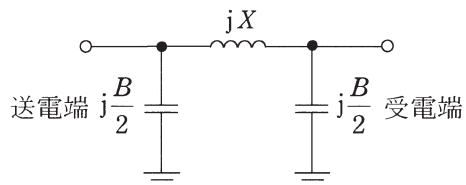
(b) 1 日の間に下表に示すような運転を行ったとき，発熱量 28 000 [kJ/kg] の石炭を 1 700 [t] 消費した。この 1 日の間の発電端熱効率 [%] の値として，最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

1 日の運転内容

時刻	発電端出力 [MW]
0 時～ 8 時	150
8 時～ 13 時	240
13 時～ 20 時	300
20 時～ 24 時	150

- (1) 37.0    (2) 38.5    (3) 40.0    (4) 41.5    (5) 43.0

問16 三相3線式1回線無負荷送電線の送電端に線間電圧 66.0 [kV] を加えると、受電端の線間電圧は 72.0 [kV]、1線当たりの送電端電流は 30.0 [A] であった。この送電線が、線路アドミタンス  $B$  [mS] と線路リアクタンス  $X$  [ $\Omega$ ] を用いて、図に示す等価回路で表現できるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。



(a) 線路アドミタンス  $B$  [mS] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 0.217      (2) 0.377      (3) 0.435      (4) 0.545      (5) 0.753

(b) 線路リアクタンス  $X$  [ $\Omega$ ] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 222      (2) 306      (3) 384      (4) 443      (5) 770

問17 定格容量 750 [kV·A] の三相変圧器に遅れ力率 0.9 の三相負荷 500 [kW] が接続されている。

この三相変圧器に新たに遅れ力率 0.8 の三相負荷 200 [kW] を接続する場合、次の(a)及び(b)の問に答えよ。

(a) 負荷を追加した後の無効電力 [kvar] の値として、最も近いものを次の

(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 339      (2) 392      (3) 472      (4) 525      (5) 610

(b) この変圧器の過負荷運転を回避するために、変圧器の二次側に必要な最小の電力用コンデンサ容量 [kvar] の値として、最も近いものを次の(1)～(5)

のうちから一つ選べ。

(1) 50      (2) 70      (3) 123      (4) 203      (5) 256