

令和 4 年度 上期

第 3 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、カナ氏名、受験番号、試験地が印字されています。受験票と照合の上、氏名、生年月日を記入してください。

マークシートに印字してある

- ・カナ氏名
- ・受験番号
- ・試験地

を受験票と照合の上、記入してください。

| | |
|---------------------|------|
| 氏 名 | |
| 生年月日 | |
| カナ氏名 (字数制限の省略あり) | 印字あり |
| 試験地 | 印字あり |

| 受 験 番 号 | | | |
|---------|---|---|---|
| 印 | 字 | あ | り |
| | | | |
| | | | |

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。

6. 問題文で単位を付す場合

① 数字と組み合わせる場合は、数字と単位の間をあける。

(例： 350 W $f=50$ Hz 670 k V · 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。

A問題(配点は1問題当たり5点)

問1 水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) 水車発電機の回転速度は、汽力発電と比べて小さいため、発電機の磁極数は多くなる。
- (2) 水車発電機の電圧の大きさや周波数は、自動電圧調整器や調速機を用いて制御される。
- (3) フランシス水車やペルトン水車などで用いられる吸出し管は、水車ランナと放水面までの落差を有効に利用し、水車の出力を増加する効果がある。
- (4) 我が国の大部分の水力発電所において、水車や発電機の始動・運転・停止などの操作は遠隔監視制御方式で行われ、発電所は無人化されている。
- (5) カプラン水車は、プロペラ水車の一種で、流量に応じて羽根の角度を調整することができるため部分負荷での効率の低下が少ない。

問2 次の文章は、火力発電所のタービン発電機に関する記述である。

火力発電所のタービン発電機は、2極の回転界磁形三相 (ア) 発電機が広く用いられている。(イ) 強度の関係から、回転子の構造は (ウ) で直径が (エ) 。発電機の大容量化に伴い冷却方式も工夫され、大容量タービン発電機の場合には密封形 (オ) 冷却方式が使われている。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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) | 同期 | 熱的 | 突極形 | 小さい | 窒素 |
| (2) | 誘導 | 熱的 | 円筒形 | 大きい | 水素 |
| (3) | 同期 | 機械的 | 円筒形 | 小さい | 水素 |
| (4) | 誘導 | 機械的 | 突極形 | 大きい | 窒素 |
| (5) | 同期 | 機械的 | 突極形 | 小さい | 窒素 |

問3 ある汽力発電設備が、発電機出力 19MW で運転している。このとき、蒸気タービン入口における蒸気の比エンタルピーが 3550 kJ/kg、復水器入口における蒸気の比エンタルピーが 2500 kJ/kg、使用蒸気量が 80 t/h であった。発電機効率が 95% であるとする、タービン効率の値[%]として、最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

(1) 71

(2) 77

(3) 81

(4) 86

(5) 90

問4 沸騰水型原子炉(BWR)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) 燃料には低濃縮ウランを，冷却材及び減速材には軽水を使用する。
- (2) 加圧水型原子炉(PWR)に比べて原子炉圧力が低く，蒸気発生器が無いので構成が簡単である。
- (3) 出力調整は，制御棒の抜き差しと再循環ポンプの流量調節により行う。
- (4) 制御棒は，炉心上部から燃料集合体内を上下することができる構造となっている。
- (5) タービン系統に放射性物質が持ち込まれるため，タービン等に遮へい対策が必要である。

問5 次の文章は、風力発電に関する記述である。

風力発電は、風のエネルギーによって風車で発電機を駆動し発電を行う。風車は回転軸の方向により水平軸風車と垂直軸風車に分けられ、大電力用には主に (ア) 軸風車が用いられる。

風がもつ運動エネルギーは風速の (イ) 乗に比例する。また、プロペラ型風車を用いた風力発電で取り出せる電力は、損失を無視すると風速の (ウ) 乗に比例する。風が得られれば電力を発生できるため、発電するときに二酸化炭素を排出しない再生可能エネルギーであり、また、出力変動の (エ) 電源とされる。

発電機には誘導発電機や同期発電機が用いられる。同期発電機を用いてロータの回転速度を可変とした場合には、発生した電力は (オ) を介して電力系統へ送電される。

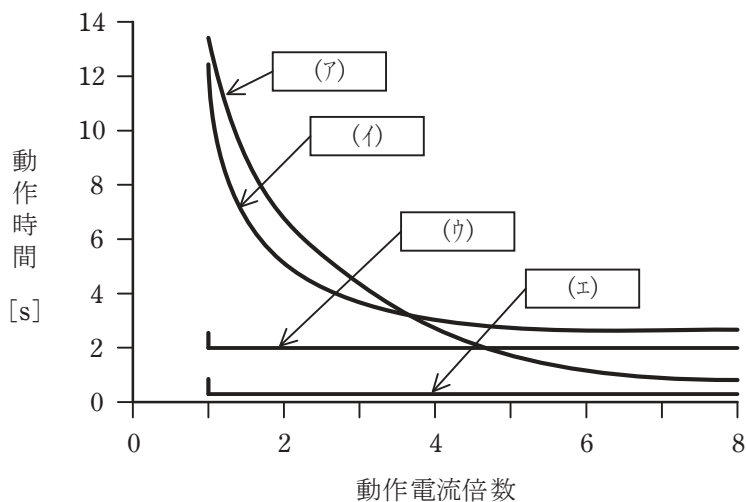
上記の記述中の空白箇所(ア)～(オ)に当てはまる組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) | (オ) |
|-----|-----|-----|-----|-----|--------|
| (1) | 水平 | 2 | 2 | 小さい | 増速機 |
| (2) | 水平 | 2 | 3 | 大きい | 電力変換装置 |
| (3) | 水平 | 3 | 3 | 大きい | 電力変換装置 |
| (4) | 垂直 | 3 | 2 | 小さい | 増速機 |
| (5) | 垂直 | 2 | 3 | 大きい | 電力変換装置 |

問6 電力系統の電圧調整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) 線路リアクタンスが大きい送電線路では、受電端において進相コンデンサを負荷に並列することで、受電端での進み無効電流を増加させ、受電端電圧を上げることができる。
- (2) 送電線路において送電端電圧と受電端電圧が一定であるとする、負荷の力率が変化すれば受電端電力が変化する。このため、負荷が変動しても力率を調整することによって受電端電圧を一定に保つことができる。
- (3) 送電線路での有効電力の損失は電圧に反比例するため、電圧調整により電圧を高め運用することが損失を減らすために有効である。
- (4) 進相コンデンサは無効電力を段階的にしか調整できないが、静止型無効電力補償装置は無効電力の連続的な調整が可能である。
- (5) 電力系統の電圧調整には調相設備と共に、発電機の励磁調整による電圧調整が有効である。

問7 図に示す過電流継電器の各種限時特性(ア)～(エ)に対する名称の組合せとして、正しいものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。



| | (ア) | (イ) | (ウ) | (エ) |
|-----|----------|----------|-------|----------|
| (1) | 反限時特性 | 反限時定限時特性 | 定限時特性 | 瞬時特性 |
| (2) | 反限時定限時特性 | 反限時特性 | 定限時特性 | 瞬時特性 |
| (3) | 反限時特性 | 定限時特性 | 瞬時特性 | 反限時定限時特性 |
| (4) | 定限時特性 | 反限時定限時特性 | 反限時特性 | 瞬時特性 |
| (5) | 反限時定限時特性 | 反限時特性 | 瞬時特性 | 定限時特性 |

問8 受電端電圧が 20 kV の三相 3 線式の送電線路において、受電端での電力が 2000 kW、力率が 0.9(遅れ)である場合、この送電線路での抵抗による全電力損失の値[kW]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、送電線 1 線当たりの抵抗値は $9\ \Omega$ とし、線路のインダクタンスは無視するものとする。

- (1) 12.3 (2) 37.0 (3) 64.2 (4) 90.0 (5) 111

問9 送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も高くなる現象である。
- (2) 短距離送電線路よりも、長距離送電線路の方が発生しやすい。
- (3) 無負荷や軽負荷の場合よりも、負荷が重い場合に発生しやすい。
- (4) フェランチ効果発生時の線路電流の位相は、電圧に対して進んでいる。
- (5) 分路リアクトルの運転により防止している。

問 10 次の文章は、架空送電線の振動に関する記述である。

架空送電線が電線と直角方向に毎秒数メートル程度の風を受けると、電線の後方に渦を生じて電線が上下に振動することがある。これを微風振動といい、

〔ア〕電線で、径間が〔イ〕ほど、また、張力が〔ウ〕ほど発生しやすい。

多導体の架空送電線において、風速が数～20 m/s で発生し、10 m/s を超えると激しくなる振動を〔エ〕振動という。

また、その他の架空送電線の振動には、送電線に氷雪が付着した状態で強い風を受けたときに発生する〔オ〕や、送電線に付着した氷雪が落下したときにその反動で電線が跳ね上がる現象などがある。

上記の記述中の空白箇所〔ア〕～〔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) | 重い | 長い | 小さい | サブスパン | ギャロッピング |
| (2) | 軽い | 長い | 大きい | サブスパン | ギャロッピング |
| (3) | 重い | 短い | 小さい | コロナ | ギャロッピング |
| (4) | 軽い | 短い | 大きい | サブスパン | スリートジャンプ |
| (5) | 重い | 長い | 大きい | コロナ | スリートジャンプ |

問 11 地中送電線路の故障点位置標定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) 故障点位置標定は、地中送電線路で地絡事故や断線事故が発生した際に、事故点の位置を標定して地中送電線路を迅速に復旧させるために必要となる。

(2) パルスレーダ法は、健全相のケーブルと故障点でのサージインピーダンスの違いを利用して、故障相のケーブルの一端からパルス電圧を入力してから故障点でパルス電圧が反射して戻ってくるまでの時間を計測し、ケーブル中のパルス電圧の伝搬速度を用いて故障点を標定する方法である。

(3) 静電容量測定法は、ケーブルの静電容量と長さが比例することを利用し、健全相と故障相のそれぞれのケーブルの静電容量の測定結果とケーブルのこう長から故障点を標定する方法である。

(4) マーレーループ法は、並行する健全相と故障相の2本のケーブルに対して電気抵抗計測に使われるブリッジ回路を構成し、ブリッジ回路の平衡条件とケーブルのこう長から故障点を標定する方法である。

(5) 測定原理から、地絡事故にはパルスレーダ法とマーレーループ法が適用でき、断線事故には静電容量測定法とマーレーループ法が適用できる。

問 12 次の文章は、配電線路に用いられる柱上変圧器に関する記述である。

柱上に設置される変圧器としては、容量 $\boxed{\text{ア}}$ のものが多く使用されている。

鉄心には、けい素鋼板が多く使用されているが、 $\boxed{\text{イ}}$ のために鉄心にアモルファス金属材料を用いた変圧器も使用されている。

また、変圧器保護のために、 $\boxed{\text{ウ}}$ を柱上変圧器に内蔵したのも使用されている。

三相 3 線式 200 V に供給するときの結線には、 Δ 結線と V 結線がある。V 結線は単相変圧器 2 台によって構成できるため、 Δ 結線よりも変圧器の電柱への設置が簡素化できるが、同一容量の単相変圧器 2 台を使用して三相平衡負荷に供給している場合、同一容量の単相変圧器 3 台を使用した Δ 結線と比較して、出力は $\boxed{\text{エ}}$ 倍となる。

上記の記述中の空白箇所(ア)～(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) | 10～100 kV・A | 小型化 | 漏電遮断器 | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ |
| (2) | 10～30 MV・A | 低損失化 | 漏電遮断器 | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |
| (3) | 10～30 MV・A | 低損失化 | 避雷器 | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |
| (4) | 10～100 kV・A | 低損失化 | 避雷器 | $\frac{1}{\sqrt{3}}$ |
| (5) | 10～100 kV・A | 小型化 | 避雷器 | $\frac{\sqrt{3}}{2}$ |

問 13 高圧架空配電線路又は高圧地中配電線路を構成する機材として、使用されることのないものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 柱上開閉器
- (2) CV ケーブル
- (3) 中実がいし
- (4) DV 線
- (5) 避雷器

問 14 我が国の電力用設備に使用される SF₆ガス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) SF₆ガスは、大気中に排出されると、オゾン層への影響は無視できるガスであるが、地球温暖化に及ぼす影響が大きいガスである。
- (2) SF₆ガスは、圧力を高めることで絶縁破壊強度を高めることができ、同じ圧力の空気と比較して絶縁破壊強度が高い。
- (3) SF₆ガスは、液体、固体の絶縁媒体と比較して誘電率及び誘電正接が小さいため、誘電損が小さい。
- (4) SF₆ガスは、遮断器による電流遮断の際に、電極間でアーク放電を発生させないため、消弧能力に優れ、ガス遮断器の消弧媒体として使用されている。
- (5) SF₆ガスは、ガス絶縁開閉装置やガス絶縁変圧器の絶縁媒体として使用され、変電所の小型化の実現に貢献している。

B問題(配点は1問題当たり(a)5点, (b)5点, 計10点)

問15 揚水発電所について, 次の(a)及び(b)の問に答えよ。

ただし, 水の密度を 1000 kg/m^3 , 重力加速度を 9.8 m/s^2 とする。

(a) 揚程 450 m , ポンプ効率 90% , 電動機効率 98% の揚水発電所がある。揚水により揚程及び効率は変わらないものとして, 下池から 1800000 m^3 の水を揚水するのに電動機が要する電力量の値 $[\text{MW}\cdot\text{h}]$ として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 1500 (2) 1750 (3) 2000 (4) 2250 (5) 2500

(b) この揚水発電所において, 発電電動機が電動機入力 300 MW で揚水運転しているときの流量の値 $[\text{m}^3/\text{s}]$ として, 最も近いものを次の(1)～(5)のうちから一つ選べ。

- (1) 50.0 (2) 55.0 (3) 60.0 (4) 65.0 (5) 70.0

問 16 定格容量 $80 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 、一次側定格電圧 33 kV 、二次側定格電圧 11 kV 、百分率インピーダンス 18.3% (定格容量ベース) の三相変圧器 T_A がある。三相変圧器 T_A の一次側は 33 kV の電源に接続され、二次側は負荷のみが接続されている。電源の百分率内部インピーダンスは、 1.5% (系統基準容量ベース) とする。ただし、系統基準容量は $80 \text{ MV}\cdot\text{A}$ である。なお、抵抗分及びその他の定数は無視する。次の (a) 及び (b) の間に答えよ。

(a) 将来の負荷変動等は考えないものとする、変圧器 T_A の二次側に設置する遮断器の定格遮断電流の値 [kA] として、最も適切なものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 5 (2) 8 (3) 12.5 (4) 20 (5) 25

(b) 定格容量 $50 \text{ MV}\cdot\text{A}$ 、百分率インピーダンスが 12.0% (定格容量ベース) の三相変圧器 T_B を三相変圧器 T_A と並列に接続した。 40 MW の負荷をかけて運転した場合、三相変圧器 T_A の負荷分担の値 [MW] 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、三相変圧器群 T_A と T_B にはこの負荷のみが接続されているものとし、抵抗分及びその他の定数は無視する。

- (1) 15.8 (2) 19.5 (3) 20.5 (4) 24.2 (5) 24.6

問 17 三相 3 線式 1 回線の専用配電線がある。変電所の送り出し電圧が 6 600 V、末端にある負荷の端子電圧が 6 450 V、力率が遅れの 70 %であるとき、次の(a)及び(b)の間に答えよ。

ただし、電線 1 線当たりの抵抗は $0.45 \Omega/\text{km}$ 、リアクタンスは $0.35 \Omega/\text{km}$ 、線路のこう長は 5 km とする。

(a) この負荷に供給される電力 P_1 の値 [kW] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 180 (2) 200 (3) 220 (4) 240 (5) 260

(b) 負荷が遅れ力率 80 %、 P_2 [kW] に変化したが線路損失は変わらなかった。 P_2 の値 [kW] として、最も近いものを次の (1) ~ (5) のうちから一つ選べ。

- (1) 254 (2) 274 (3) 294 (4) 314 (5) 334