

平成 25 年度

第 2 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：0141K0123Cの場合）

受 験 番 号									
数 字			記号	数 字			記号		
0	1	4	1	K	0	1	2	3	C
●					●	0	0	0	(A)
①	●	①	●		①	●	①	①	(B)
②		②	②		②	②	●	②	●
③		③	③	●	③	③	③	●	(K)
④		●	④		④	④	④	④	(L)
⑤			⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	(M)
⑥			⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	(N)
⑦					⑦	⑦	⑦	⑦	
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	

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	
(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 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，火力発電所で使用される蒸気タービン発電機の起動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。

蒸気タービンを起動する前に，循環水（冷却水）ポンプを起動して  (1) に冷却水を通水するとともに，タービンの軸封部を  (2) にてシールし，空気抽出器によって  (1) の真空上昇を行う。ボイラの蒸気条件及び  (1) の真空度が規定値に達したら，タービン起動装置によってタービンに蒸気を送り起動する。運転に際して留意する事項は次のとおりである。

- ① タービンに送気する主蒸気の温度及びその変化率は，ケーシングやローターなど厚肉材料に過大な  (3) を与えないよう制限値以内で運転することが重要である。
- ② タービン回転上昇中はタービンの伸び差や  (4) ，軸受油温，油量などについて注意し，制限値を超えないようにする。特に， (4) については  (5) を速やかに通過するよう操作するとともに，監視を十分にを行い異常な  (4) に注意する。

[解答群]

- |           |            |            |
|-----------|------------|------------|
| (イ) 熱応力   | (ロ) 脱気器    | (ハ) 危険速度   |
| (ニ) 水     | (ホ) 水素ガス純度 | (ヘ) 不足励磁領域 |
| (ト) 給水加熱器 | (チ) 圧 力    | (リ) 爆発下限界  |
| (ヌ) 油     | (ル) 復水器    | (レ) 振 動    |
| (リ) 蒸 気   | (カ) 界磁電流   | (ロ) 衝撃力    |

問2 次の文章は、変圧器の負荷時タップ切換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。

負荷時タップ切換装置における負荷時タップ切換器は、無電流状態でタップを選択する [ (1) ] と、選択された回路の電流を開閉する切換開閉器と、タップ切換の際、タップ間が橋絡されたときに流れる [ (2) ] を制限する [ (3) ] とから構成される。

切換開閉器は、タップ切換の際、アークを発生し、切換開閉器室内の油を汚損したり、接点の磨耗が避けられない。このため、最近では、切換開閉器の長寿命化や切換開閉器室の浄油のための保守の省力化の観点から、 [ (4) ] を使った切換開閉器も使用されている。

通常、負荷時タップ切換装置の耐用切換回数としては、電気的には20万回、機械的には [ (5) ] 回と決められ、形式試験で確認されている。

[解答群]

- |           |            |                        |
|-----------|------------|------------------------|
| (イ) 負荷電流  | (ロ) 80万    | (ハ) 限流インピーダンス          |
| (ニ) 循環電流  | (ホ) コンデンサ  | (ヘ) 分路巻線               |
| (ト) 40万   | (チ) タップ選択器 | (リ) 調整器                |
| (ヌ) 励磁電流  | (ル) 変換器    | (ヲ) SF <sub>6</sub> ガス |
| (リ) 真空バルブ | (カ) 60万    | (コ) 窒素                 |

問3 次の文章は、電力系統に生じる電力動揺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。ただし、発電機の AVR の効果は考慮しないものとする。

遠隔地電源から無限大母線へ遅れ力率で送電している超高圧並行2回線送電線において、その片回線が開放され、生じた電力動揺が収まった後に投入された。片回線開放直後、発電端電圧は急に  (1) し、その後ある周期で振動する。投入時もやはり発電端電圧は投入に伴って急変した後、ある周期で振動する。通常、開放後の動揺周期と投入後の動揺周期を比べると  (2) が、これは以下の理由による。

超高圧架空送電系統では送電線の抵抗、静電容量成分はリアクタンス成分に比べて小さいので、送電電力  $P$  は発電機内部電圧及び無限大母線電圧の大きさ  $V_1$ 、 $V_2$  とそれらの位相差  $\delta$  並びに発電機から送電線にかけてのリアクタンスの総和  $X$  を用いて近似的に  (3) と表すことができる。両電圧及びリアクタンスをパラメータとし、 $\delta$  を横軸、 $P$  を縦軸として表した曲線を  $P$ - $\delta$  カーブとも呼んでいる。片回線開放後は  $X$  の値が大きくなるので、定常状態で比較すると、投入時に対して開放後の  $\delta$  の値の方が  (4) 。

このため、開放後並びに投入後の定常状態における  $P$ - $\delta$  カーブの接線の傾きを比較すると開放後の方が小さい。これは電力動揺によって  $\delta$  が変化しても、それを戻そうとする作用が弱い、すなわち  (5) が小さいことを意味し、このため電力動揺周期を開放後と投入後で比べると  (2) 。

[問3の解答群]

(イ) 後者の方が長い

(ロ) 同期化力係数

(ハ) 系統定数

(ニ)  $P = \frac{V_1 \cos \delta - V_2}{X} V_2$

(ホ)  $P = \frac{V_1 \sin \delta - V_2}{X} V_2$

(ヘ)  $P = \frac{V_1 V_2}{X} \cos \delta$

(ト) 上昇

(チ)  $P = \frac{V_1 V_2}{X} \sin \delta$

(リ) 小さい

(ヌ) 大きい

(ル) 低下

(ヲ) 消失

(ワ) 制動力係数

(カ) 慣性定数

(コ) 前者の方が長い

問4 次の文章は、電力系統の短絡容量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。

電力系統の短絡容量は  $3 \times$   (1)  $\times$  三相短絡電流によって計算する。短絡容量は系統容量の増大に伴い大きくなり、また系統連系が密になるほど大きくなる。短絡容量が遮断器の  (2) を上回ると、事故電流を遮断できず、機器の損壊や広範囲・長時間の停電を引き起こすおそれがある。このため、短絡容量抑制対策として、系統分割をせずに実施する対策 (1), (2) あるいは、系統分割をする対策 (3), (4), (5) が必要に応じて実施される。

- ① 発電機や変圧器などに高インピーダンス機器を採用する。
- ② 送電線に直列に  (3) を設置する。
- ③ 変電所の母線分離運用を行う。
- ④ 短絡電流を流さない  (4) を設置する。
- ⑤ 現在採用されているよりも上位の  (5) を導入し、既存の系統を分割する。

[解答群]

- |               |                        |           |
|---------------|------------------------|-----------|
| (イ) 電圧階級      | (ロ) 遮断容量               | (ハ) 過負荷耐量 |
| (ニ) 大容量機器     | (ホ) 基準電圧 (相電圧)         | (ヘ) 絶縁変圧器 |
| (ト) 直列コンデンサ   | (チ) ヒューズ               | (リ) 熱容量   |
| (ヌ) 限流リアクトル   | (ル) BTB (Back to Back) | (レ) SVC   |
| (リ) 短絡事故後の相電圧 | (カ) 基準電圧 (線間電圧)        | (ロ) 保護リレー |



**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，水車のキャビテーションとその対策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。

ただし，重力加速度を  $g$  [ $\text{m/s}^2$ ]，流水の密度を  $\rho$  [ $\text{kg/m}^3$ ] とする。

水車の流水中の絶対圧力が  (1) 以下になると，その部分にキャビテーションが発生する。キャビテーションが発生すると，

- ① 効率，出力，水流の減少が起こる
- ② キャビテーションの発生場所に  (2) が起こる
- ③  (3) 入口の水圧変動が著しくなる

といった現象が発生する。

このキャビテーションの発生を抑制する対策としては，

- ① 水車の  (4) を一定値以下とする
- ② ランナベーンの形状を整え，表面を滑らかにする
- ③ 過度の  (5) 運転や過負荷運転をさける

などがある。

[解答群]

- |                       |                      |             |
|-----------------------|----------------------|-------------|
| (イ) 間欠                | (ロ) 腐食               | (ハ) 壊食      |
| (ニ) 電食                | (ホ) 比速度              | (ヘ) 飽和蒸気圧   |
| (ト) 速度水頭の $2\rho g$ 倍 | (フ) 圧力水頭の $\rho g$ 倍 | (リ) 重量      |
| (ヌ) 部分負荷              | (ル) 出力固定             | (レ) ガイドベーン数 |
| (リ) ランナ               | (カ) ケーシング            | (ロ) 吸出し管    |

問6 次の文章は、燃料電池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。

現在使用されている燃料電池は水素と酸素を反応物(活物質)として外部から連続的に供給し、水の電気分解の逆反応を用いて発電する。低温形の燃料電池には既に多数の実績があるりん酸形燃料電池と [ (1) ] 形燃料電池があるが、最近では取り扱いの容易な [ (1) ] 形が家庭用として実用化されている。これらの低温形燃料電池は、取り扱いやすく起動時間が短い長所があるが、廃熱利用用途が限られ、発電効率が低いという短所がある。また、触媒に希少かつ高価な [ (2) ] が必要となる。これに対し触媒に [ (2) ] を必要としない高温動作の燃料電池である固体酸化物形(固体電解質形)燃料電池が実用化され、家庭用に小形化も進んでいる。固体酸化物形は電解質に [ (3) ] 系電解質を用い、高効率であり、廃熱温度も高く、廃熱利用用途が広い。

反応物である水素は都市ガスや下水処理場で発生する消化ガス等を用い、 [ (4) ] で水素に変換して得る。また、燃料電池の出力は直流であるため、 [ (5) ] を介して交流系統に接続するのが一般的である。

[解答群]

- |                |              |             |
|----------------|--------------|-------------|
| (イ) カーボンナノチューブ | (ロ) インバータ    | (ハ) 希土類金属   |
| (ニ) 電気分解装置     | (ホ) 水酸化物イオン  | (ヘ) ルビジウム   |
| (ト) 白金         | (フ) 改質器      | (リ) 熔融炭酸塩   |
| (ヌ) 固体高分子      | (ル) 圧縮機      | (レ) ブリッジ整流器 |
| (リ) アルカリ電解質    | (カ) 可飽和リアクトル | (ロ) セラミック   |

問 7 次の文章は、低圧配電線の配線方式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。

低圧配電線には単相 2 線式、単相 3 線式、三相 3 線式及び三相 4 線式などが採用される。いずれの方式においても、混触時の低圧側電圧上昇を抑制するという保安上の理由から、一般には一線又は中性点が  (1) されている。

単相 3 線式は単相変圧器二次側の中性点を  (1) して、そこから中性線を引き出し、両外側の  (2) とともに 3 線で負荷に供給する方式である。単相 2 線式と同じ太さと長さの電線を 3 本使い、中性線と両外側の  (2) に単相 2 線式の負荷を半分ずつ配置し、単相 2 線式と同じ容量の負荷に供給した場合、電圧降下と電力損失は単相 2 線式の  (3) に減少し、経済的に有利である。しかし、負荷に不平衡などがあると電圧不平衡となるおそれがある。電圧不平衡の対策として負荷の対称配分を図ることや、線路の末端に  (4) を設置するなどの方法がある。また、単相 3 線式では、中性線にヒューズを挿入すると、ヒューズが溶断したときには  (5) が発生するおそれがある。

[解答群]

- |                   |                   |                   |          |
|-------------------|-------------------|-------------------|----------|
| (イ) 過電圧           | (ロ) $\frac{1}{8}$ | (ハ) SVR           | (ニ) 通信線  |
| (ホ) $\frac{1}{4}$ | (ヘ) 架空地線          | (ト) 隠ぺい           | (チ) バランサ |
| (リ) 昇圧器           | (ヌ) 接 地           | (ル) 過電流           | (フ) 高調波  |
| (リ) 電圧線           | (カ) 開 放           | (コ) $\frac{1}{2}$ |          |