

平成 23 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（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：0141R0123Aの場合）

受 験 番 号					受 験 番 号				
数	字	記号	数	字	記号	数	字	記号	数
0	1	4	1	R	0	1	2	3	A
●					●	○	○	○	●
①	●	①	●		①	●	①	①	●
②		②	②		②	②	●	②	●
③		③	③		③	③	③	●	●
④		●	④		④	④	④	④	●
⑤			⑤		⑤	⑤	⑤	⑤	●
⑥			⑥		⑥	⑥	⑥	⑥	●
⑦				●	⑦	⑦	⑦	⑦	●
⑧					⑧	⑧	⑧	⑧	●
⑨					⑨	⑨	⑨	⑨	●

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  と表示のある問に対して(1)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、マークは各小問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 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，揚水発電所におけるポンプ水車の入力遮断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。

揚水運転中の発電電動機が電力系統から遮断されると， [ (1) ] が急閉される。揚水量は回転速度の低下に伴って減少し，流水は [ (1) ] が全閉するよりも早く水車方向に逆流し始める。 [ (2) ] 内部の水圧は，最初は揚水量の急減により急速に降下するが， [ (1) ] 全閉時には水車方向の流水を遮断するので水圧上昇が起こり，運転時の水圧より高くなった後に静水圧になる。これらの現象により， [ (3) ] がない揚水式発電所では，ポンプ水車の入力遮断時に， [ (2) ] と導水路の接続部の曲がり部で，水流が急減して [ (4) ] を発生する場合がある。

入力遮断時に万一 [ (1) ] が閉鎖しない場合には，揚水量は回転速度の低下によって急減し，流水は数秒後に水車方向に逆流し，回転もポンプ方向から水車方向に転じて， [ (5) ] に至る。

[解答群]

- |             |             |              |
|-------------|-------------|--------------|
| (イ) 無拘束速度状態 | (ロ) 水圧管路    | (ハ) 吸出し管     |
| (ニ) 排砂ゲート   | (ホ) カルマン渦   | (ヘ) キャビテーション |
| (ト) ガイドベーン  | (チ) 沈砂池     | (リ) サージタンク   |
| (ヌ) 放水口     | (ル) 可変速運転状態 | (レ) ケーシング    |
| (ワ) 発電状態    | (カ) ガバナ     | (エ) 水柱分離     |

問2 次の文章は、水素冷却発電機の水素ガスシール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。

水素冷却発電機では、加圧した水素が発電機外に漏出するのを防ぐために、水素ガスシール装置を備える。水素ガスシールは、 (1) とシールケーシング内に取り付けた  (2) の間げき、機内水素ガスより若干  (3) 圧力の  (4) を供給することにより行われ、このシール  (4) は  (1) と  (2) の間げきを通して水素ガス側と空気側に流出し、水素ガスが機外へ漏出するのを防止する。

シール  (4) の制御方式のうち、 (5) 方式は、シール  (4) の供給回路を空気側と水素側とに分けてシールする方式である。

[解答群]

- |           |          |            |          |
|-----------|----------|------------|----------|
| (イ) 油     | (ロ) 回転子軸 | (ハ) 空 気    | (ニ) 蒸 気  |
| (ホ) ガスケット | (ヘ) 固定子枠 | (ト) シールリング | (チ) 高 い  |
| (リ) 複 流   | (ヌ) 軸 受  | (ル) 連続掃気   | (フ) 真空処理 |
| (ワ) ブラシ   | (カ) 低 い  | (コ) 水      |          |

問3 次の文章は、大形の風力発電設備の雷害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。

近年、自然エネルギーの有効利用という観点から風力発電設備が多数設置されている。高い構造物が単独で海岸などに設置されるため、雷害を受けやすい。特に、わが国の風力発電設備の雷害は、多くが日本海沿岸で発生しており、また、冬季におけるものが半分以上を占めている。

風力発電設備の雷害対策において考慮すべき特徴は、下記のようなことが挙げられる。

- ① 長大な □ (1) が回転する。
- ② ナセル内部には高電圧部と制御用の低電圧部が混在する。
- ③ 日本海側の冬季雷は □ (2) の雷が多く、高構造物から雷雲に向かって放電が進展するため、落雷する確率が他の地域より高い。

風力発電設備の雷害対策としては、下記のようなものがある。

- ① 風力発電設備には、ナセルに □ (3) が設置されているものが多いが、回転する □ (1) を保護するのは困難であることから、風車が保護角度範囲内に入るように、独立して □ (3) を設置することが有効である。
- ② □ (1) の先端に □ (4) を、内部に引き下げ導線を設置すれば、雷撃による □ (1) 破損の可能性は小さくなる。
- ③ 制御システムの雷害対策としては、 □ (5) の低減や制御ケーブルへの誘導の防護が有効である。

[解答群]

- |          |           |         |               |
|----------|-----------|---------|---------------|
| (イ) 正極性  | (ロ) 絶縁レベル | (ハ) 負極性 | (ニ) 絶縁部       |
| (ホ) 接地抵抗 | (ヘ) 避雷針   | (ト) 接地棒 | (チ) 受雷部(レセプタ) |
| (リ) ブレード | (ヌ) 絶縁抵抗  | (ル) 放電部 | (ク) 動力伝送軸     |
| (リ) 接地線  | (カ) 遮へい線  | (ヨ) ハブ  |               |

問4 次の文章は、発電設備を配電系統へ連系する際の留意事項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。

発電設備を系統へ連系すると、系統の短絡容量が増加する。この短絡容量が需要家遮断器の遮断容量を上回る場合には、 (1) 事故時に需要家遮断器が遮断不能となるおそれがあり、また、需要家の引込ケーブルなどの  (2) を上回る場合には、引込ケーブルなどの損傷を招くおそれがある。

このようなおそれがある場合については、発電設備設置者において短絡電流を制限する装置（ (3) ，高インピーダンスの昇圧用変圧器など）を設置し、短絡電流の増加を抑制する必要がある。なお、これにより対策できない場合には、異なる配電用変電所バンク系統への連系、特別高圧電線路との連系又はその他の短絡容量対策を講じる。

系統の短絡容量の計算については、原則として配電線、配電線に連系される発電設備、及び上位電圧の電線路、変圧器などのインピーダンスを基に算出するが、誘導発電機又は二重給電誘導発電機のインピーダンスは  (4) を使用し、同期発電機のインピーダンスについては、原則として  (5) を使用する。

[解答群]

- |              |                |              |
|--------------|----------------|--------------|
| (イ) 二次巻線抵抗   | (ロ) 二次漏れリアクタンス | (ハ) 常時許容電流   |
| (ニ) 分路リアクトル  | (ホ) 需要家構内      | (ヘ) 配電線内     |
| (ト) 瞬時許容電流   | (チ) 限流リアクトル    | (リ) 拘束リアクタンス |
| (ス) 配電用変電所構内 | (ル) 界磁漏れリアクタンス | (フ) 同期リアクタンス |
| (ワ) 絶縁耐力     | (カ) 初期過渡リアクタンス | (エ) 並列コンデンサ  |

**B問題**（配点は1問題当たり20点）

問5 次の文章は、送電端と受電端における電圧の関係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。

送電線路のこう長が短く、静電容量を無視でき、等価的に図1のように表される送電系統について考える。一般の負荷は遅れ力率であることが多いため、受電端の負荷が大きいときの電圧、電流のベクトルは図2のようになり、送電端電圧よりも受電端電圧が低くなる。ここで、線路が非常に短く送電端と受電端の間の  (1) が無視できるほど小さいとすると、 $E_s =$   (2) と近似計算できる。図1において、 $R=0.02$  [p.u.]、 $X=0.4$  [p.u.]、 $E_r=1.0$  [p.u.]、 $I_r=0.7$  [p.u.]、 $\cos\phi=1.0$  とすると、送電端電圧の近似式  (2) による計算では  (3) [p.u.] の誤差を生じる。

次に、送電線路のこう長が長く、静電容量が無視できず、等価的に図3のように表される送電系統について考える。このとき、送電端電流と電圧のベクトルはそれぞれ、 $\dot{I}_s =$   (4) 、 $\dot{E}_s =$   (5) となり、ベクトル図で表すと図4のようになる。図4では受電端電圧は送電端電圧より高くなっており、このような現象を  (6) という。

図3において、 $R=0.0$  [p.u.]、 $X=0.4$  [p.u.]、 $Y=0.2$  [p.u.]、 $E_s=1.0$  [p.u.] とし、受電端から負荷に進み無効電流  $0.1$  [p.u.] が流れ出ているとすると受電端電圧  $E_r$  は送電端電圧  $E_s$  よりも  (7) [p.u.] 高くなる。ここで受電端電圧を  $1.0$  [p.u.] にするためには  (8) [p.u.] のアドミタンスを持つ分路リアクトルを受電端に投入する必要がある。

ただし、 $\cos\phi$  は受電端の力率を、図中の記号は以下のとおりのもを表し、送電線路の漏れコンダクタンスは無視するものとする。

- ・  $\dot{E}_s$  : 送電端相電圧      ・  $\dot{E}_r$  : 受電端相電圧
  - ・  $\dot{I}_s$  : 送電端電流      ・  $\dot{I}_r$  : 受電端電流      ・  $\dot{I}_c$  : 静電容量に流れる電流
  - ・  $Z = R + jX$  : 電線1条の全インピーダンス
- ( $R$  : 電線1条の全抵抗,  $X$  : 電線1条の全リアクタンス)
- ・  $\dot{Y}$  : 電線1条の全並列アドミタンス



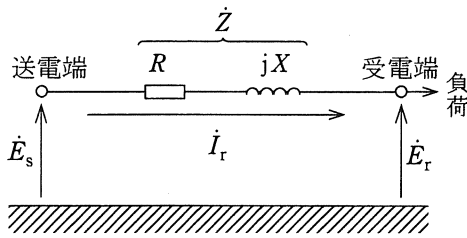


図 1

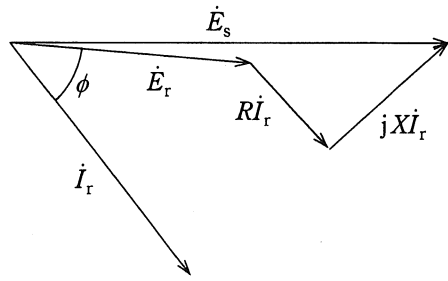


図 2

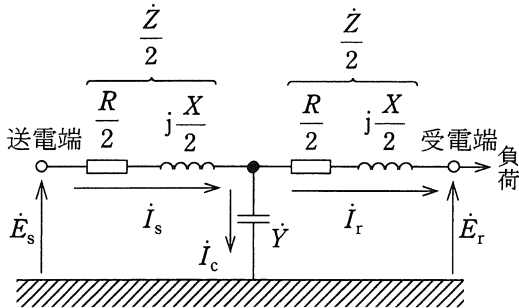


図 3

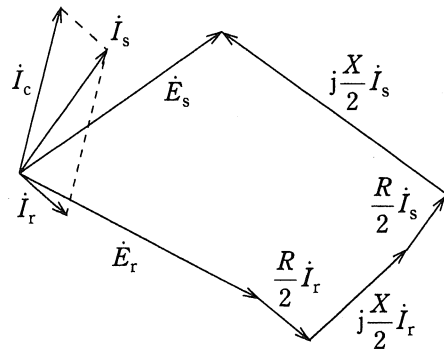


図 4

[問 5 の解答群]

- |   |  |                                    |
|---|--|------------------------------------|
| (イ) $\dot{Z}\dot{Y}\dot{I}_r + \dot{E}_r\dot{Y}$                            | (ロ) $E_r + (R \sin \phi + X \cos \phi)I_r$   | (ハ) 0.083                          |
| (ニ) 無効電力損失  | (ホ) キャパシタンス効果  | (ヘ) $\dot{I}_r + \dot{E}_r\dot{Y}$ |
| (ヒ) フェラランチ効果  | (フ) 無効電力効果   | (リ) 有効電力損失                         |
| (ス) $\left(1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}\right)\dot{I}_r + \dot{E}_r\dot{Y}$ | (ル) $E_r + (R \cos \phi + X \sin \phi)I_r$   | (レ) 0.18                           |
| (セ) 電圧位相差   | (カ) 0.22   | (ヨ) 0.20                           |
| (シ) $(1 + \dot{Z}\dot{Y})\dot{E}_r + \dot{Z}(1 + \dot{Z}\dot{Y})\dot{I}_r$  | (ク) 0.051  | (ユ) 0.026                          |
| (ツ) 0.038   | (コ) $\left(1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{2}\right)\dot{E}_r + \dot{Z}\left(1 + \frac{\dot{Z}\dot{Y}}{4}\right)\dot{I}_r$ |                                    |

問6 次の文章は、変圧器の直流偏磁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。

変圧器の鉄心は、非常に磁化特性に優れた電磁鋼板（けい素鋼板）で構成されており、また、磁気回路も磁気抵抗が [ (1) ] なるような接合で構成されている。したがって、鉄心は直流偏磁の影響を非常に受けやすく、結果的に振動・騒音の増加、 [ (2) ] の増大などを引き起こす。

直流偏磁が発生する要因としては、次のようなものがある。

- ① 交直変換装置の [ (3) ] のばらつきなどによって発生する電流の正負のふぞろい分が直流成分となり、これが直接接続される変換用変圧器の [ (2) ] として供給される場合。
- ② 地磁気誘導電流の直流成分が、直接接地系の系統において [ (4) ] を介して電力用変圧器に流れ込む場合。

このような直流偏磁の防止策として、一般的には変圧器の [ (4) ] 側に [ (5) ] を接続することなどで影響を抑制できる場合もあるが、系統条件との整合が必要である。

加えて、直流偏磁の影響を受けやすい [ (6) ] 変圧器では、直流偏磁を検出して抑制制御する手段が採られ、直流偏磁の検出を容易にし、各変圧器の交流電圧の分担を均一にするため、鉄心に [ (7) ] を設けて線形励磁特性としている。

[解答群]

- |              |            |             |
|--------------|------------|-------------|
| (イ) サージアブソーバ | (ロ) 緩衝帯    | (ハ) 小さく     |
| (ニ) 中性点      | (ホ) 大きく    | (ヘ) 小さな値の抵抗 |
| (ト) トリガ（点弧）角 | (チ) 三次巻線   | (リ) ギャップ    |
| (ヌ) 零相電流     | (ル) 自励式変換用 | (レ) 透磁率     |
| (リ) 励磁電流     | (カ) 放電ギャップ | (ヨ) 他励式変換用  |
| (ク) バイパス     | (ケ) リプル電流  | (コ) 安定巻線    |
| (ク) 接地抵抗差    |            |             |