

令和 7 年度

第 1 種
電力・管理

(第 1 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

1. 答案用紙（記述用紙）について

- 記入には、濃度HBの鉛筆又はシャープペンシルを使用してください。
- 指示がありましたら答案用紙4枚を引き抜き、4枚とも直ちに試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。なお、氏名は記入不要です。
- 「選択した問の番号」欄には、必ず選択した問番号を記入してください。
記入した問番号で採点されます。問番号が未記入のものは、採点されません。

○ 答案用紙は1問につき1枚です。

- 答案用紙にはページ番号を付しており、(1)～(3)ページに記述します。(4)ページは、図表等の問題に使用するもので、使用する場合は問題文で指定します。

2. 試験問題について

(計算問題) 解に至る過程を簡潔に記入してください。

- 導出過程が不明瞭な答案は、0点となる場合があります。
- 計算問題において、簡略式を用いても算出できる場合もありますが、問題文中に明記がある場合を除き、簡略式は使用しないでください。
- 答は、問題文で指定がない限り、3桁（4桁目を四捨五入）です。なお、解答以外の数値の桁数は、誤差が出ないように多く取ってください。

例：線電流 I は、
$$I = \frac{P}{\sqrt{3}V \cos \theta} = \frac{10 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 200 \times 0.9} = 32.075 \text{ A} \quad (\text{答}) 32.1 \text{ A}$$

1 線当たりの損失 P_L は、
$$P_L = I^2 R = 32.075^2 \times 0.2 = 205.76 \text{ W} \quad (\text{答}) 206 \text{ W}$$

(記述問題) 問題文の要求に従って記入してください。

- 例えば「3つ答えよ。」という要求は、4つ以上答えてはいけません。

答案用紙は、白紙解答であっても4枚すべて提出してください。
なお、この問題冊子についてはお持ち帰りください。

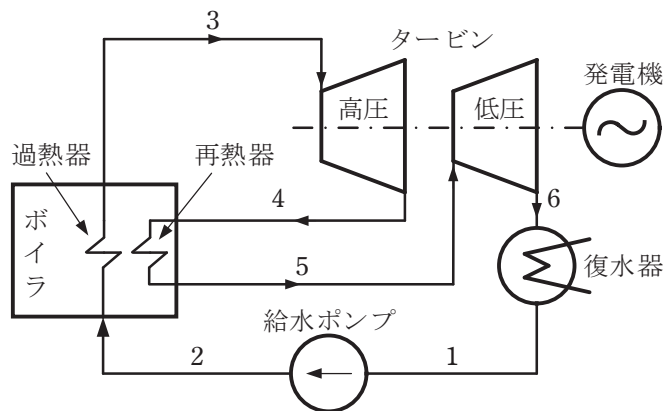
問 1 ～問 6 の中から任意の 4 問を解答すること。(配点は 1 問題当たり 30 点)

問 1 図に示すような、再熱サイクル汽力発電プラントがある。 h_i は図中の 1～6 の各点での単位質量当たりの蒸気・給水の熱量を表している。次の各問に答えよ。ただし、プラント内には一定質量の蒸気・給水が循環しているものとする。

- (1) 再熱サイクルを採用する目的を 100 字程度以内で述べよ。
- (2) ボイラから与えられる単位質量当たりの熱量を、 $h_1 \sim h_6$ の内の必要なものを用いて表せ。
- (3) $h_1 \sim h_6$ が次の値であるとき、熱サイクル全体としての熱効率 η を求めよ。

$$h_1 = 140 \text{ kJ/kg}, \quad h_2 = 150 \text{ kJ/kg}, \quad h_3 = 3\,300 \text{ kJ/kg},$$

$$h_4 = 2\,700 \text{ kJ/kg}, \quad h_5 = 2\,900 \text{ kJ/kg}, \quad h_6 = 2\,000 \text{ kJ/kg}$$



問2 がいし、ブッシングを有する屋外変電所の塩害対策については、絶縁強化を図る設備設計面での対策と、補機の活用や運用・保守面での対策の二つに大別される。そこで変電所の塩害対策法に関して、次の問に答えよ。ただし、隠ぺい化(屋内化、GIS化)による対策は除くこと。

(1) 母線がいしと機器用がいし(がい管含む)それぞれの絶縁強化を図る設備設計面の対策を合わせて100字程度で述べよ。

(2) 補機の活用や運用・保守面での塩害対策法を二つ挙げ、それぞれの対策についてメリット・デメリット(注意点)を合わせて100字程度ずつで述べよ。

問3 送電線地絡事故などの発生により過渡不安定現象が発生して発電機が脱調すると、他の発電機も連鎖的に脱調して広範囲にわたる停電へと波及する可能性がある。このような波及事故を防ぐための保護リレーシステムに関して、次の問に答えよ。

- (1) 脱調現象を未然に防ぐための脱調未然防止リレーシステムについて、演算方式や制御の対象を 150 字程度以内で説明せよ。
- (2) 脱調現象が発生した場合に速やかに脱調状態を解消する脱調分離リレーシステムには、インピーダンスローカス方式と電圧位相比較方式がある。両方式による脱調検出の原理について、それぞれ 100 字程度以内で説明せよ。

問4 図に示すように、自己サージインピーダンス Z_g の架空地線 1 条を有する三相 1 回線送電鉄塔の頂部 A 点に雷の直撃を受けた。このときの頂部 A 点の最大電圧について次の問に答えよ。ただし、雷サージの電圧、電流はそれぞれ e 、 i で表すものとし、入射波の電圧波形は波高値 e_0 の方形波(矩形波)、雷道のサージインピーダンスは Z_0 、塔脚接地抵抗を含む鉄塔のサージインピーダンスは Z_t とする。なお、鉄塔と架空地線の間の相互サージインピーダンスは無視するものとする。

- (1) 鉄塔への雷の直撃により、鉄塔電位が上昇し電線へ放電する現象の名称を答えよ。
- (2) 架空送電設備における、架空地線以外の雷害対策(雷サージの発生防止対策又は雷サージ発生時の設備損傷防止対策)を二つ答えよ。
- (3) 雷道を通る入射波を e_0 、 i_0 、雷道への反射波を e'_0 、 i'_0 、架空地線への侵入波を e_g 、 i_g 、鉄塔への侵入波を e_t 、 i_t としたとき、雷撃直後の頂部 A 点における電圧の関係と電流の関係について成り立つ式をそれぞれ示せ。
- (4) 頂部 A 点の最大電圧となる e_t を、 e_0 、 Z_0 、 Z_g 及び Z_t を用いて表せ。
- (5) $e_0 = 3\,000\text{ kV}$ 、 $Z_0 = 400\ \Omega$ 、 $Z_g = 500\ \Omega$ 、 $Z_t = 100\ \Omega$ のとき、頂部 A 点の最大電圧となる e_t の値を求めよ。

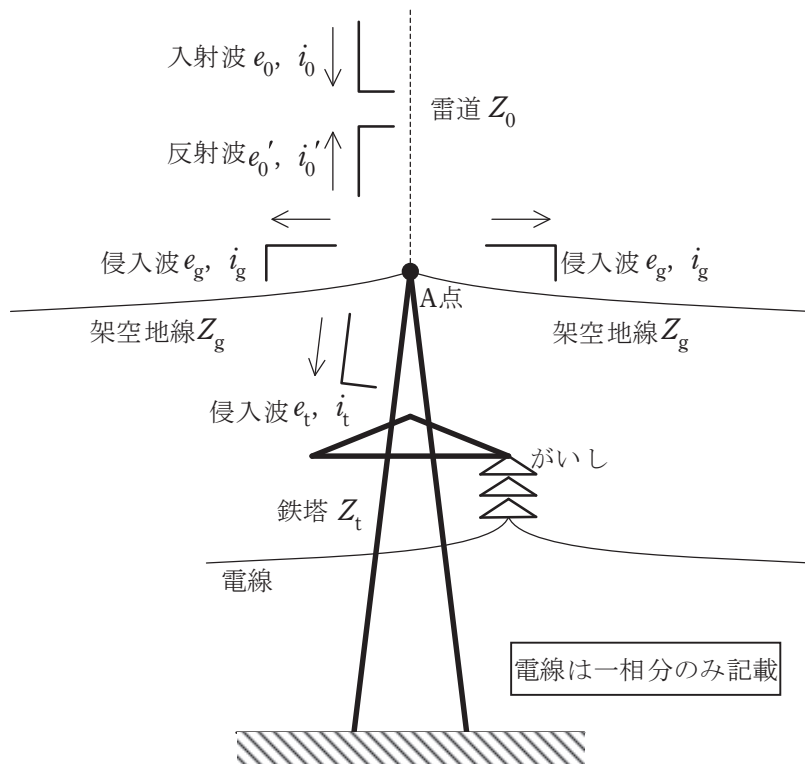


図 送電鉄塔の頂部 A 点へ雷が直撃したときの雷サージの発生状況

問5 高圧で受電する事務所ビルにおいて、電気主任技術者の監督のもとで行う電気設備の点検に関して、次の問に答えよ。

- (1) この事務所ビルの電気設備を新設する工事工程において、電気主任技術者が竣工検査までに、通常現地で行う「工事中の点検」の実施時期について、対象設備と施工段階を明示して三つ答えよ（例：引込線と開閉器との責任分界点の接続時。なお、この例は解答に含めないこと。）。
- (2) 年次点検のうち停電中に行う測定又は試験の項目を三つ挙げ、それらの概要について、それぞれの項目毎に 50 字程度で説明せよ。

問6 電力系統の運用に関して、以下の問に答えよ。

- (1) 電力系統を運用するための給電指令業務の主要な内容を3項目挙げよ。
- (2) 定格出力 200 MW, 定格周波数 50 Hz の2台の発電機 A と B が並列運転する独立した電力系統がある。発電機 A はガバナフリー運転を行い、その速度調定率は 4 % である。このとき、以下の問に答えよ。なお、調速機(ガバナ)の特性は線形であるとし、負荷の周波数特性は無視できるものとする。
 - (a) 発電機 B は、100 MW 出力一定でベースロード運転を行っている。発電機 A は出力 160 MW で発電機 B と並列運転を行い、系統周波数が 50 Hz に保たれている。系統負荷が 40 MW 増加したとき、系統周波数はいくらになるか。ただし、有効数字は小数点以下 1 桁とする。
 - (b) 発電機 B が速度調定率 5 % でガバナフリー運転を行い、100 MW を出力している。発電機 A は出力 160 MW で発電機 B と並列運転を行い、系統周波数が 50 Hz に保たれている。系統負荷が 45 MW 増加したとき、発電機 A と発電機 B の出力及び系統周波数はいくらになるか。系統周波数については、小数点第 2 位まで求めよ。