

平成 21 年度

第 2 種

電力・管理

(第 1 時限目)

答案用紙記入上の注意事項

この試験は、6問中任意の4問を選び解答する方式です。解答する際には、この問題に折込まれている答案用紙（記述用紙）を引き抜いてから記入してください。

以下は、答案用紙記入上の注意事項です。

1. 筆記用具は、濃度HBの鉛筆又はHB（又はB）の芯を用いたシャープペンシルを使用してください。
2. 4枚の答案用紙を引き抜いたらすぐに試験地、受験番号及び生年月日を記入してください。
3. 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。
4. 問題は6問あります。この中から任意の4問を選び、1問につき1枚の答案用紙にて、解答してください。この場合、答案用紙には、選択した問の番号を記入してください。
5. 計算問題については、答案用紙に計算過程を明記してください。また、必要に応じ、計算根拠となる式も書いてください。
6. 計算問題の答は、特に指定がない限り、有効数字は3けたです。なお、解答以外の数値のけた数は、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

$$P_L = I^2 R = 32.075^2 \times 0.2 = 205.76 \text{ [W]} \quad \text{答 } 206 \text{ [W]}$$

以上

（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。）

問 1～問 6 の中から任意の 4 問を解答すること。

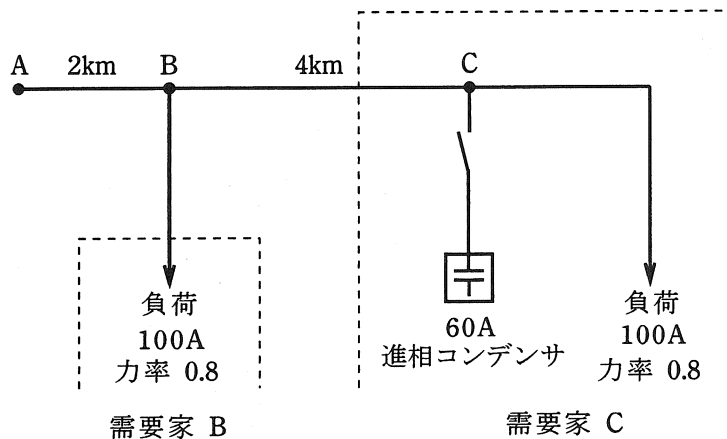
問 1 水車の案内羽根開度及び効率を一定とした場合に、次の問に答えよ。

(1) 水車の出力 P [kW] は有効落差 H [m] の関数として表されるが、その関係を次に示す諸量を表す記号を用いて式で表せ。

水車効率を η [%] , 水圧管の断面積を A [m²] , 重力加速度を g [m/s²] , 管路損失等による流速の低下を考慮した流速係数を k として用いること。

(2) (1)を用いて、有効落差 100 [m] , 最大出力 8000 [kW] の水力発電所が水位変化によって有効落差が 81 [m] に低下したときの最大出力を求めよ。

問2 図に示す 6600 [V] , 50 [Hz] の三相 3 線式配電線路において、変電所の A 点の電圧を 6600 [V] , B 点の需要家負荷を 100 [A] (遅れ力率 0.8) , また、線路末端の C 点の需要家負荷を 100 [A] (遅れ力率 0.8) とする。AB 間の長さを 2 [km] , BC 間の長さを 4 [km] とし、線路のインピーダンスは 1 [km] 当たりの抵抗を 0.4 [Ω] , リアクタンスを 0.3 [Ω] とする。次の問に答えよ。



配電線路図

- (1) B 点, C 点の線間電圧をそれぞれ求めよ。
- (2) C 点に進相コンデンサを設置して、進相電流 60 [A] を流して補償したとき、B 点及び C 点の線間電圧を求めよ。
- (3) 進相コンデンサ設置前後の配電線路の損失を計算し、比較せよ。

問3 変電所の接地設計を行う場合、設計基礎データとして建設予定地の面積、土壌固有抵抗と予想最大接地電流が明確にされると、それに伴って具体的に設計を進めることができる。具体的な接地設計に関する次の問に答えよ。

- (1) 所要接地抵抗 R [Ω] を決定するに当たり、人体の安全を第一義に考えて、最大接地電流 I_E [A] における接地電位の上昇値を、人体が機器ケース等に触れたときに人体に加わる接触電圧の許容値の α 倍以下に収めることとする。

人体に対する電流の許容値 I_K [A] と故障継続時間 t [s] の間に

$$I_K = \frac{0.116}{\sqrt{t}} \text{ [A]}$$

の関係式が成立し、人体の抵抗値 R_K が 1000 [Ω]、片足の接地抵抗 R_F が地表面付近の土壌固有抵抗 ρ_s [$\Omega \cdot \text{m}$] を用いて $3\rho_s$ [Ω] で与えられるとき、所要接地抵抗 R が満たすべき条件式を ρ_s 、 I_E 、 t 、 α を用いて表せ。

- (2) 変電所の敷地内に敷砂利を敷設する効果について、接地設計の観点から定性的に説明せよ。

問4 電力系統の負荷平準化のため、以前より揚水発電が用いられている。近年では負荷平準化だけでなく、電力品質の向上や自然エネルギー発電の変動吸収等を目的として、中・小規模の電力貯蔵装置が注目されている。これらの中・小規模の電力貯蔵装置について、貯蔵原理別（貯蔵時のエネルギー形態の種類別）に3種類をとりあげ、その①動作原理、②特徴（貯蔵エネルギー密度、貯蔵エネルギー量など）について述べよ。

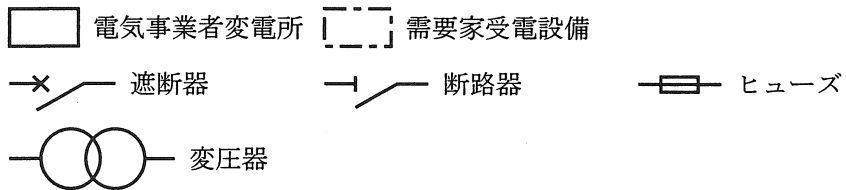
問5 特別高圧自家用需要家における代表的な四つの受電方式を下記に示す。

下記(2)の常用予備切替方式の解答例(方式の特徴を表すうえで必要ない断路器の記載は省略してある。)にならって、他の三つの受電方式について系統概要図を記載し、特徴を説明せよ。

ただし、系統概要図では、需要家受電設備の受電用遮断器の開閉状態と、送配電線路における他の需要家との接続状況を明記し、特徴については、①事故時、②保守時、③信頼性について簡素に説明せよ。

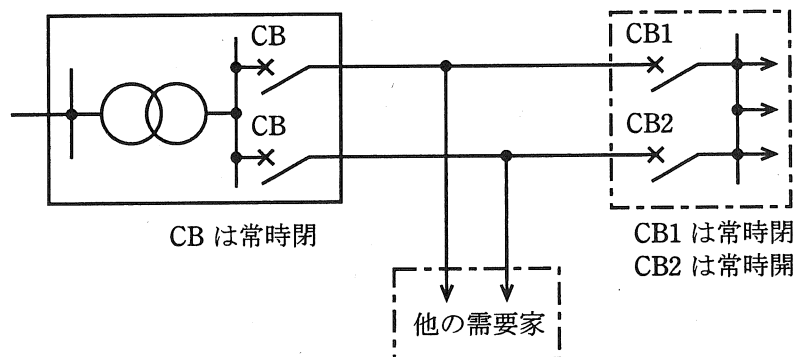
- (1) 樹枝状方式(1回線受電方式)
- (2) 常用予備切替方式(本線・予備線受電方式)
- (3) ループ方式(常時閉路ループ方式)
- (4) スポットネットワーク方式(スポットネットワーク受電方式)

系統概要図に使用する共通凡例



(解答例) (2) 常用予備切替方式(本線・予備線受電方式)

1. 系統概要図：

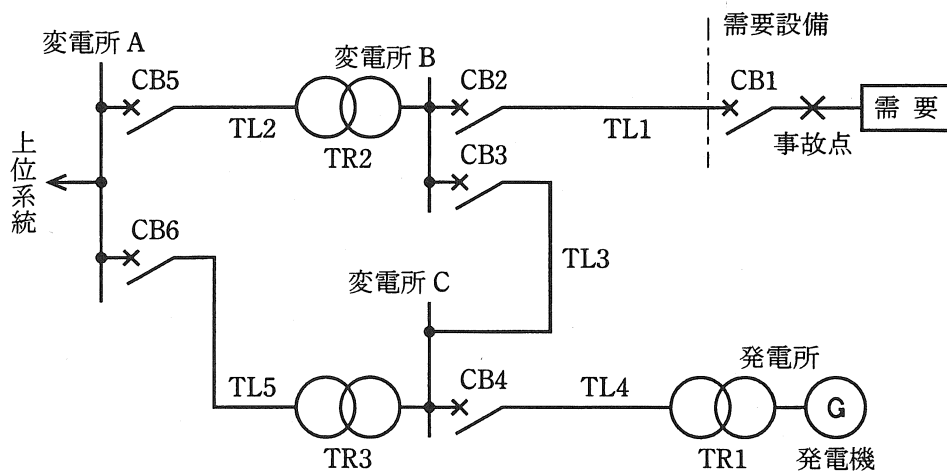


2. 特徴：

- ①事故時：常時常用(本線)側受電であるため、送配電線路の常用(本線)側の事故時にはいったん停電するが、予備(予備線)側に切り替えることにより復旧する。復旧後は負荷抑制をする必要がない。また、事故時の停電に伴う受電用遮断器の開放及び投入は、自動的に行われるので運転管理が容易である。
 - ②保守時：常時常用(本線)側受電であるため、送配電線路の常用(本線)側の保守時には、事前に予備(予備線)側受電に無停電切り替えをしてから、常用(本線)側を停止する。よって、停電や負荷抑制の必要がない。また、保守時の切り替えに伴う受電用遮断器の開放及び投入操作は、電気事業者と連絡をとりながら行う。
 - ③信頼性：本方式は、〇〇方式よりも低いが△△方式よりも高い。
- 注) 解答例では、記載すべき受電方式を〇〇、△△で記しているが、実際の解答においては、間に示した受電方式名を記載すること。

問6 図の特別高圧系統から電圧 66 [kV] で受電している需要設備における、受電用遮断器(CB1)を通過する短絡電流について、次の間に答えよ。ただし、発電機、変圧器及び送電線のインピーダンスは、表に示すとおりである。また、短絡電流の計算において、発電機、変圧器及び送電線の抵抗分、もしくは変圧器の励磁インピーダンスは無視できるものとし、短絡時における上位系統及び発電機の過渡リアクタンスの背後電圧は 1.0 [p.u.] であるとする。

- (1) CB1, CB2, CB4, CB5 及び CB6 が閉のとき、事故点における三相短絡電流 [kA] を求めよ。
- (2) 上記(1)の状態において、変電所 B と変電所 C を連系する CB3 を閉としたとき、事故点における三相短絡電流 [kA] を求めよ。



各設備のインピーダンス		100 [MV・A] 基準 [%]
系統側	変電所 A の母線から上位系統側をみた過渡リアクタンス	2.5
	発電所の発電機過渡リアクタンス	25.0
変圧器	発電所の変圧器 TR1 の漏れリアクタンス	12.0
	変電所 B の変圧器 TR2 の漏れリアクタンス	10.0
	変電所 C の変圧器 TR3 の漏れリアクタンス	10.0
送電線	送電線 TL1(変電所 B ~ 需要設備) の正相リアクタンス	1.5
	送電線 TL2(変電所 A ~ 変電所 B) の正相リアクタンス	0.5
	送電線 TL3(変電所 B ~ 変電所 C) の正相リアクタンス	1.0
	送電線 TL4(変電所 C ~ 発電所) の正相リアクタンス	1.0
	送電線 TL5(変電所 A ~ 変電所 C) の正相リアクタンス	2.0