

平成 24 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。(配点は 1 問題当たり 30 点)

問 1 1 台のポンプ水車と発電電動機による揚水発電所について、次の問に答えよ。ただし、諸元は次のとおりとし、貯水池水位の変動に伴う有効落差の変化はないものとする。

項目	記号	数 値	単 位	項目	記 号	数 値
有効貯水池容量	V	2×10^6	$[\text{m}^3]$	電動機効率	η_M	0.97
満水時静落差	H	150	$[\text{m}]$	発電機効率	η_G	0.95
発電時水路損失	H_L	10	$[\text{m}]$	ポンプ効率	η_P	0.88
重力加速度	g	9.8	$[\text{m}/\text{s}^2]$	水車効率	η_T	0.90
水の密度	ρ	1 000	$[\text{kg}/\text{m}^3]$	電動機力率	ϕ_M	1.00
主変圧器容量	T	150	$[\text{MV}\cdot\text{A}]$	発電機力率	ϕ_G	0.80

- (1) 電動機の最大皮相電力を S_M $[\text{MV}\cdot\text{A}]$ 、電動機出力（ポンプ入力）を機械最大出力 P_M $[\text{MW}]$ 、電動機入力を P_{Mi} $[\text{MW}]$ 、発電機容量を S_G $[\text{MV}\cdot\text{A}]$ 、発電機の最大出力を P_G $[\text{MW}]$ とした場合、次の関係式の に当てはまる記号を答えよ。

$$\cdot P_M = P_{Mi} \times \text{A}$$

$$\cdot P_{Mi} = \text{B} \times \text{C}$$

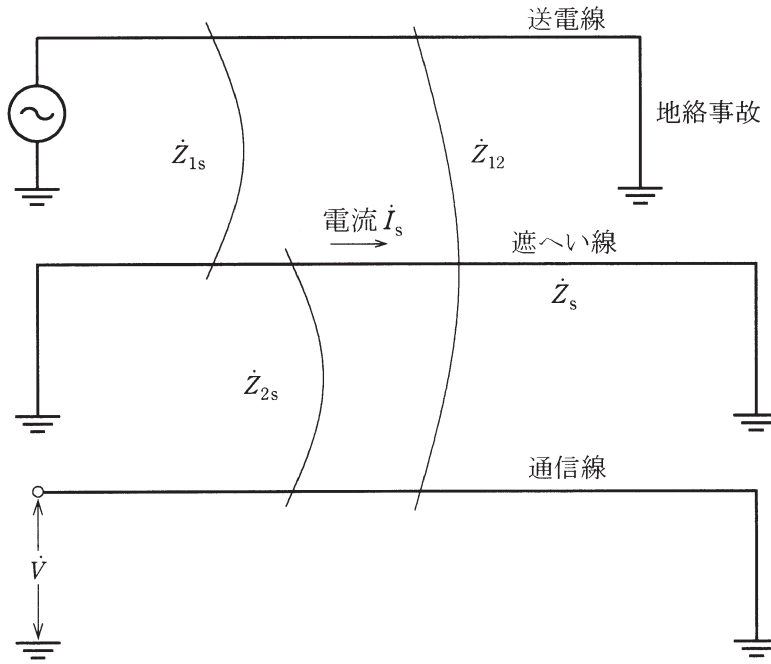
$$\cdot P_G = \text{D} \times \text{E}$$

- (2) さらに、発電機容量 S_G $[\text{MV}\cdot\text{A}]$ が電動機の最大皮相電力 S_M $[\text{MV}\cdot\text{A}]$ と同じとした場合、発電使用水量 Q_G $[\text{m}^3/\text{s}]$ を P_M など与えられた記号を用いて表せ。
- (3) (2) の条件において、 $P_M = 100$ $[\text{MW}]$ の場合の発電使用水量 Q_G を計算せよ。
- (4) (3) の条件において、有効貯水池容量をすべて使用するときの発電時間を計算せよ。

問2 架空地線付き送電線路において発生する雷事故に関し、次の問に答えよ。

- (1) 雷事故は、発生メカニズムの違いにより、遮へい失敗事故と逆フラッシュオーバー事故に大別される。それぞれの事故の発生メカニズムを簡潔に説明せよ。
- (2) 架空送電線路において発生する雷事故の防止効果を高める対策を三つ挙げ、それぞれについて簡潔に述べよ。

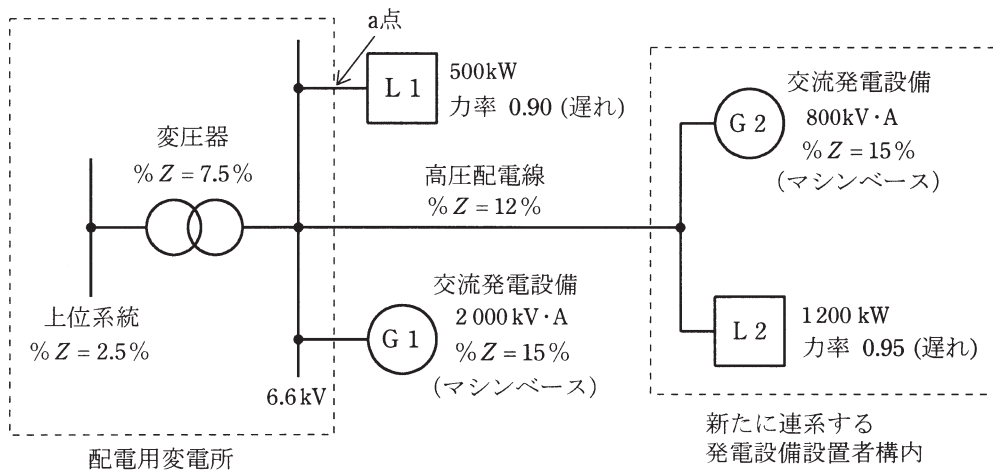
問3 図のように三相交流送電線（単線結線図）と通信線があり，その間に遮へい線がある。送電線と通信線の相互インピーダンスを \dot{Z}_{12} ，送電線と遮へい線との相互インピーダンスを \dot{Z}_{1s} ，遮へい線と通信線の相互インピーダンスを \dot{Z}_{2s} ，遮へい線の自己インピーダンスを \dot{Z}_s とする。一線地絡事故により送電線に流れる零相電流を \dot{I}_0 とするとき次の間に答えよ。



- (1) 遮へい線が無い場合に，通信線の開放端に生じる誘導電圧 \dot{V} を求めよ。
- (2) 遮へい線が存在する場合に，遮へい線に流れる電流 \dot{I}_s と通信線の開放端に生じる誘導電圧 \dot{V}' を求めよ。
- (3) (2)の計算結果を用いて，遮へい線をどのように配置するのが良いか説明せよ。

問4 図のように、2000 [kV・A] の発電設備が連系されている配電用変電所において、新たに 800 [kV・A] の発電設備を連系する際の a 点における三相短絡電流計算について、次の問に答えよ。

なお、各地点の%Z は図中に示したとおりの値であり、特に断りのない場合は、10 [MV・A] ベースである。また、線路の抵抗は無視できるものとし、配電用変電所から L1 及び G1 までの高圧配電線はこう長が短いことから%Z は無視できるものとする。



- (1) 連系する 800 [kV・A] の発電設備の%Z (10 [MV・A] ベース) を求めよ。
- (2) 800 [kV・A] の発電設備を連系した後における a 点の三相短絡インピーダンス%Z (10 [MV・A] ベース) を求めよ。
- (3) 800 [kV・A] の発電設備を連系した後における a 点の三相短絡電流値 [kA] を求めよ。
- (4) (3)において、a 点の三相短絡電流値 [kA] を遮断器の定格遮断電流 (10 [kA]) 以下に抑制するために、新たに連系する発電設備設置者構内に限流リアクトルを設置する場合におけるリアクトルの最低インピーダンス%Z (10 [MV・A] ベース) を求めよ。

問5 電力系統の変電所での電圧調整について、次の問に答えなさい。

図1のようにモデル化した電力系統において、電源1と電源2の電圧がそれぞれ一定であるとき、変圧器二次側（変電所母線側）タップ電圧（以下、変圧器タップ電圧）の微小調整量を Δn 、電力用コンデンサからの無効電力の微小調整量を Δq とおけば、これらの調整による変電所の電圧の微小変化量 ΔV は近似的に、単位法で示すと

$$\Delta V = A_n \cdot \Delta n + A_q \cdot \Delta q$$

と表すことができる。この式の係数 A_n 、 A_q を次のようにして求めることができる。

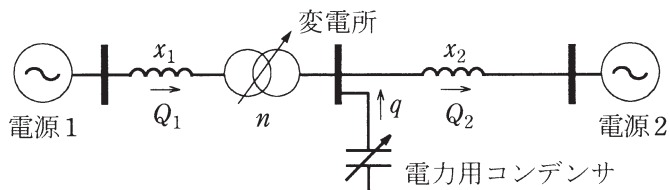
(1) 電力用コンデンサからの無効電力調整を行わない（ $\Delta q = 0$ ）場合、変圧器タップ電圧を Δn 調整したときの電圧変化の分布は図2のようになる。変圧器のタップ調整にともない線路の無効電力潮流は ΔQ 変化するものとした場合、係数 A_n を x_1 及び x_2 で表しなさい。

(2) 変圧器のタップ調整を行わない（ $\Delta n = 0$ ）場合、電力用コンデンサからの無効電力を Δq 調整したときの電圧変化の分布は図3のようになる。線路の無効電力潮流は、 Δq が線路リアクタンスの逆比で分流した分だけそれぞれ変化するものとした場合、係数 A_q を x_1 及び x_2 で表しなさい。

なお、モデル系統における上記の計算において、リアクタンス x を通る無効電力潮流が ΔQ 変化したときの変電所の電圧変化 ΔV は近似的に、単位法で示すと

$$\Delta V = x \cdot \Delta Q$$

で表されるものとする。



- Q_1, Q_2 : x_1, x_2 にそれぞれ流れる無効電力
- n : 変圧器二次側（変電所母線側）タップ電圧
- q : 電力用コンデンサからの無効電力
- x_1 : 電源1から変電所までのリアクタンス
- x_2 : 変電所から電源2までのリアクタンス

図 1 モデル化した電力系統

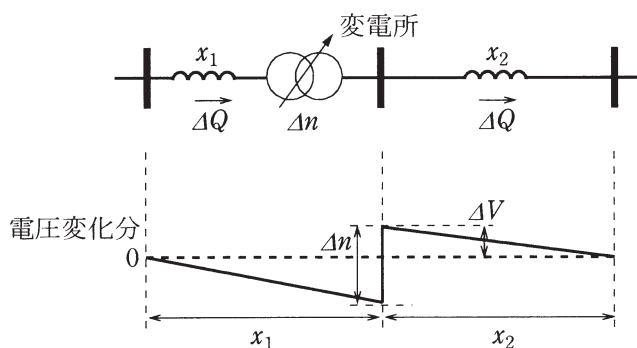


図 2

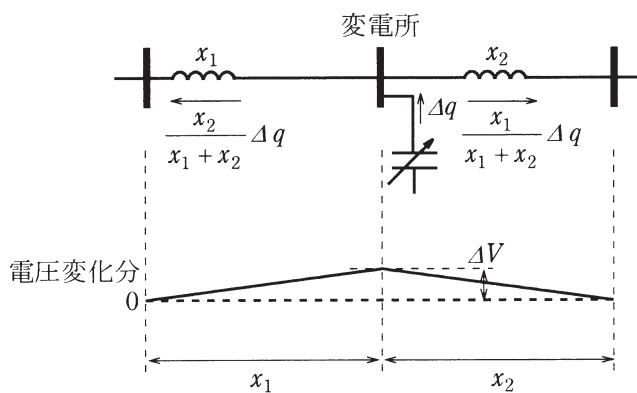


図 3

問6 次の表は、「電気設備技術基準の解釈」に基づく、常時監視をしない変電所の監視制御方式の種類、定義、適用電圧及び警報する場所等に関して記述したものである。AからFの記号を付した空欄に記入すべき適切な語句又は文章を答えなさい。

監視制御方式の種類	定 義	適用電圧	警報する場所等
A	技術員が必要に応じて変電所に出向いて、変電所の監視及び機器の操作を行うもの	100 [kV] 以下	技術員 (技術員に連絡するための補助員がいる場合は、当該補助員)
断続監視制御方式	B	170 [kV] 以下	E
遠隔断続監視制御方式	C	170 [kV] 以下	F
遠隔常時監視制御方式	技術員が変電制御所に常時駐在し、変電所の監視及び機器の操作を行うもの	D	変電制御所