

1.4 電気計測

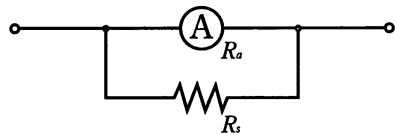
【問 17】 指示電気計器に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

1. 電流力計形は、一つまたは二つ以上の交流電磁石による回転磁界または移動磁界と、その磁界によって可動導体中に誘導されるうず電流との間に生じる力により、可動導体を駆動させる方式である。
2. トランスデューサ形は、電子デバイスなどの電子回路によって、交流の電気的量を直流の電圧または電流に変換し、可動コイル形の計器で指示する方式である。
3. 可動コイル形は、固定永久磁石の磁界と、可動コイルに流れる直流電流との間に生じる力により、可動コイルを駆動させる方式である。
4. 整流形は交流電流または電圧を測定するために、整流器、ダイオードなどを用いて交流電流を直流に変換し、可動コイル形の計器で指示させる方式である。

【問 18】 図に示す可動コイル形電流計に抵抗 R_s の分流器を接続したとき、この分流器の倍率を表す式として、正しいものはどれか。

ただし、 R_a は、可動コイル形電流計の内部抵抗とする。

1. $\frac{R_a}{R_s} + 1$
2. $\frac{R_s}{R_a} + 1$
3. $\frac{R_a}{R_s} - 1$
4. $\frac{R_s}{R_a} - 1$



1.5 電気機器

【問 19】 変圧器の鉄損に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

1. 損失の大部分は、鉄損と機械損である。
2. 負荷損は、ヒステリシス損が大部分を占めている。
3. 鉄損の約 80 % はうず電流損である。
4. 無負荷損の大部分を占めているのが鉄損である。

第1編 電気工学等①(電気工学)

【問 20】 変圧器の結線に関する記述として、不適当なものはどれか。

1. V結線は、変圧器の利用率が低い。
2. スコット結線は、二次側の単相2回路の位相差が90度である。
3. Y-Y結線は、相電圧波形にひずみを生じやすい。
4. Δ -Y結線は、変電所の降圧用変圧器に多く用いられる。

【問 21】 A, B 2台の三相変圧器を並列運転する場合の結線組合せとして、不適当なものは次のうちどれか。

(A変圧器の結線) (B変圧器の結線)

- | | | |
|----|---------------------|---------------------|
| 1. | Δ - Δ | Δ - Δ |
| 2. | Δ - Δ | Δ -Y |
| 3. | Y-Y | Δ - Δ |
| 4. | Δ -Y | Y- Δ |

【問 22】 三相変圧器の第3高調波に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

1. Δ - Δ 結線では、第3高調波電流は流出入しない。
2. 中性点接地方式のY-Y- Δ 結線変圧器では、変圧器に流入した第3高調波電流は、 Δ 結線内を還流する。
3. 各相に流れる第3高調波電流は、各相同相である。
4. 変圧器の1相の巻線に正弦波電圧が誘起しているときには、励磁電流中に第3高調波電流は含まれていない。

【問 23】 変圧器の温度試験を返還負荷法で行う場合の記述として、不適当なものは次のうちどれか。

1. 負荷損は、高圧側にインピーダンス電圧の和に等しい電圧を加えることにより供給される。
2. 変圧器は、無負荷損を供給する側を直列に、負荷損を供給する側を並列に接続する。
3. 返還負荷法は、複数の同一定格の変圧器に無負荷損および負荷損のみを同時に供給する方法である。
4. 無負荷損は、低圧側に定格電圧を加えることにより供給される。

2.1 発電設備

【問 1】 最大出力 80,000kW の貯水池式発電所において、有効落差が 200 m のとき、最大出力における必要な流量として、適当なものはどれか。

ただし、発電機効率と水車効率を総合した効率は 80 % とする。

1. 33 m³/s
2. 42 m³/s
3. 51 m³/s
4. 64 m³/s

【問 2】 純揚水発電の総合効率(η)を表す式として、正しいものは次のうちどれか。

ただし、貯水池の水位の変動は無視するものとし、各記号は次による。

H_0 [m] : 総落差, H_t [m] : 損失水頭 (発電時と汲水時は等しいものとする),

η_t : 水車効率, η_g : 発電機効率,

η_p : ポンプ効率, η_m : ポンプ用電動機効率

1. $\eta = \frac{H_0 - H_t}{H_0 + H_t} \cdot \frac{\eta_p \cdot \eta_m}{\eta_t \cdot \eta_g}$
2. $\eta = \frac{H_0 + H_t}{H_0 - H_t} \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_p \cdot \eta_m$
3. $\eta = \frac{H_0 - H_t}{H_0 + H_t} \cdot \eta_t \cdot \eta_g \cdot \eta_p \cdot \eta_m$
4. $\eta = \frac{H_0 + H_t}{H_0 - H_t} \cdot \frac{\eta_p \cdot \eta_m}{\eta_t \cdot \eta_g}$

【問 3】 水力発電に使用される水車に関する次の記述のうち、適当でないものはどれか。

1. 固定羽根のプロペラ水車は、ペルトン水車より低負荷における効率が低い。
2. カプラン水車は、可動羽根のプロペラ水車の一種である。
3. フランシス水車は、水車を逆方向に回転させポンプとしての機能をもたせることができる。
4. ペルトン水車は、フランシス水車より低負荷における効率が低い。

第2編 電気工学等②（電気設備）

【問 4】 水力発電に使用される水車のキャビテーションに関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

1. 水車材料が侵食を受ける。
2. 空洞現象または空所発生現象ともいわれる。
3. 振動と騒音の原因となる。
4. 水中に含まれる固形物が原因となる場合が多い。

【問 5】 ダムの種類に関する次の記述のうち、適当なものはどれか。

1. 重力ダムは、粘土や岩石などを層状に重ねて転圧することにより水密性を保つ大型のダムである。
2. アーチダムは、主として兩岸の岩盤で水圧などを支える構造の、コンクリートを主材料としたダムである。
3. ロックフィルダムは、土とコンクリートによって築いたダムである。
4. アースダムは、岩石を積み上げ、その中に漏水防止の遮水壁を築いたダムである。

【問 6】 水力発電設備に関する次の記述のうち、不適当なものはどれか。

1. 水圧鉄管の材料として、一般に溶接構造用圧延鋼材が多く使われ、特に高水頭・大口径管などには高張力鋼が使用されている。
2. サージタンクは、負荷の急激な変動によって発生する水撃圧を軽減・吸収する。
3. ローラゲートは、摩擦抵抗力が小さく、開閉が容易にできるため、取水ゲートなどに多く採用されている。
4. 導水路は、取水口から水槽までの水路をいい、ダム水路式の場合は無圧水路、水路式の場合は圧力水路となる。

【問 7】 火力発電所に使用される節炭器（エコノマイザ）に関する記述として、適当なものは次のうちどれか。

1. 蒸気ドラムで発生した飽和蒸気をさらに加熱して過熱蒸気を作る機器である。
2. 煙道から煙突に排出される燃焼ガスの保有する熱を回収してボイラ水に与えるための機器である。
3. ボイラ水を蓄え、蒸気を発生する同筒形の容器である。
4. 過熱器の蒸気に水分を送り込まないために用いる機器である。

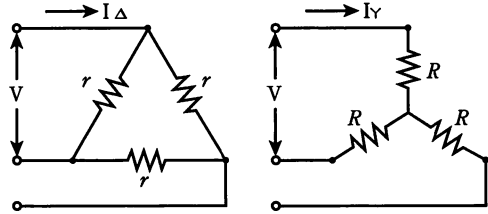
【問 12】 4が正解。 1.3.6項 2.星形・三角・V結線の比較(p.34)参照。

電源電圧を V [V] とすると

$$I_{\Delta} = \frac{\sqrt{3} V}{r}, I_Y = \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{R}$$

$$I_{\Delta} = I_Y$$

$$\frac{\sqrt{3} V}{r} = \frac{V}{\sqrt{3}} \cdot \frac{1}{R}, 3R = r, R = \frac{1}{3} r$$



【問 13】 2が正解。 1.3.5項 共振回路(p.32)参照。

直列回路のインピーダンス Z は

$$Z = \sqrt{R^2 + \left(WL - \frac{1}{WC} \right)^2}$$

となり, Z の大きさは $WL = \frac{1}{WC}$ のとき最小となり電流は最大となる。このときの周波数 f を共振周波数という。

$$W = 2\pi f, 2\pi fL = \frac{1}{2\pi fC}, f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}}$$

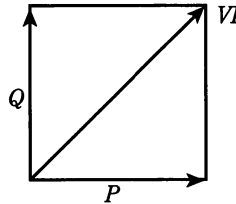
【問 14】 4が正解。 1.3.7項 交流回路の電力(p.36)参照。

P : 有効電力 $VI\cos\theta$

Q : 無効電力 $VI\sin\theta$

VI : 皮相電力

$$VI = \sqrt{P^2 + Q^2}$$



【問 15】 1が正解。 1.2.11項 過渡現象(p.22)参照。

【問 16】 3が正解。 1.3.8項 2.交流電力の測定(p.38)参照。

各相の線向電力を $V_1 = V_2 = V_3 = V$, 各相の線路電流を $I_1 = I_2 = I_3 = I$, 三相電力を P_3 とすると

$$P_3 = W_1 + W_2 = VI\cos(30^\circ + \theta) + VI\cos(30^\circ - \theta) \\ = \sqrt{3} VI\cos\theta$$

$\theta > 60^\circ$ の場合は W_1 の電圧計端子を入れ替えて W_1 の指示を読む。この場合の P_3 は $P_3 = W_2 - W_1$ となる。

設問の力率 $\cos\theta = 0.866$ であるから $\theta = 30^\circ$ となり, $W_1 > 0$ である。

$$P_3 = W_1 + W_2 = 200 + 100 = 300[\text{W}]$$

1.4 電気計測

【問 17】 1が正解。 1.4.1項 指示電気計器の動作原理による分類(p.39)参照。

電流計形計器は固定コイルの内側に可動コイルを配置し, 両コイルに測定電

解 答

流を流して、各コイルの駆動トルクを利用した計器であり、交直流用で電圧計、電流計として使用される。

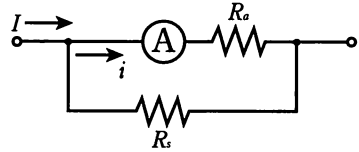
設問 1 の説明は誘導形の動作原理である。

【問 18】 1 が正解。 1.4.2 項 電圧・電流の測定範囲の拡大(p.41)参照。

側電流 I [A]，電流計に流れる電流 i [A] とすると

$$i = \frac{R_s}{R_a + R_s} \cdot I$$

$$\text{倍率は } \frac{I}{i} = \frac{R_a + R_s}{R_s} = \frac{R_a}{R_s} + 1$$



1.5 電気機器

【問 19】 4 が正解。 1.5.1 項 2.損失と効率(p.44)参照。

無負荷損には鉄損と励磁電流による抵抗損と絶縁物の誘導体損があるが、大部分を占めるものは鉄損である。

【問 20】 4 が正解。 1.5.1 項 5.三相結線と第 3 調波(p.47)参照。

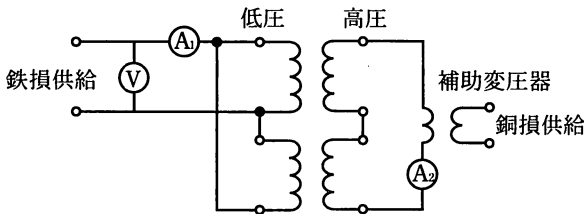
Δ - Y 結線は Y 側の中性点接地ができ、また Δ 結線があるので、正弦波電圧を誘起することができる。発電所の昇圧用受変器として多く用いられている。

【問 21】 2 が正解。 1.5.1 項 3.並列運動に必要な条件(p.45)参照。

【問 22】 4 が正解。 1.5.1 項 5.三相結線と第 3 調波(p.47)参照。

変圧器の鉄心の磁気飽和、ヒステリシス現象により、誘導起電が正弦波であるためには、励磁電流に各相同相の第 3 調波を含んだものでなければならない。またこの同相の電流は Y 結線内は還流できないので Δ 結線が必要となる。

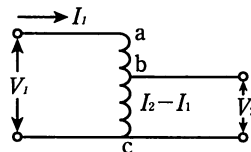
【問 23】 2 が正解。 1.5.1 項 12.変圧器の試験(p.52)参照。



低圧側は並列に接続して定格電圧を印加して、変圧器 2 台の鉄損を供給し、高圧側は直列に接続してインピーダンス電圧を印加して、二次定格電流を流し銅損を供給して温度試験を行う方式である。

【問 24】 2 が正解。 1.5.1 項 4.三相結線と出力(p.46)参照。

- a - b : 直列巻線
- b - c : 分路巻線
- $V_2 (I_2 - I_1)$: 自己容量
- $V_1 I_1 = V_2 I_2$: 線路容量



6.1 実地試験対策

(施工体験記述)

* 「解説集(下)」の施工体験記述の項(p.133～)をいま一度読み直して、あなた自身の施工体験を記述してください。また、記述の際には、工事内容が電気工事業を認められていること、施工管理に関し実務経験として認められている業務であることに注意し、建設業法、労働安全衛生法など関係法令を念頭においてください。

【問 1】 あなたが最近経験した電気工事のうち1つの工事を選び、次の問いに答えよ。

1. 次の事項について記述せよ。

- (1) 工事名
- (2) 工事場所
- (3) 工事の概要
- (4) 工期(昭和・平成 年 月 ～ 昭和・平成 年 月)
- (5) 上記工事でのあなたの立場

2. 前記電気工事の施工において、工程管理上留意した事項およびその理由を記述せよ。

3. 前記2において、あなたがとった処置または対策を記述せよ。

4. 前記の工事の経験に基づいて、電気工事の工程管理はいかにあるべきかを記述せよ。

【問 2】 あなたが最近経験した電気工事のうち1つの工事を選び、下記事項を記入のうえ、次の事項に答えよ。

- (1) 工事名
- (2) 工事場所
- (3) 工事の概要
- (4) 工期(昭和・平成 年 月 ～ 昭和・平成 年 月)
- (5) 上記工事でのあなたの立場

1. 前記工事の施工において、電気工事の総合工程表作成上、留意した事項を3項目選び、その内容を簡潔に記述せよ。

((1), (2), (3)として簡条書きで答える)

2. 前記1の(1), (2)および(3)について、その理由を記述せよ。

((1), (2), (3)として簡条書きで答える)

第6編 実地試験

【問 3】 あなたが最近経験した電気工事のうち1つの工事を選び、下記事項を記入のうえ、次の問いに答えよ。

- (1) 工事名
- (2) 工事場所
- (3) 工事の概要
- (4) 工期（昭和・平成 年 月～昭和・平成 年 月）
- (5) 上記工事でのあなたの立場

1. 前記工事の施工において、労働災害防止に留意した事項を2項目選び、その内容を簡潔に記述せよ。

((1), (2)として箇条書きで答える)

2. 上記1の(1)および(2)において、あなたがとった処置または対策を簡潔に記述せよ。

((1), (2)として箇条書きで答える)

3. 上記電気工事にかかわらず、あなたの現場経験において、上にあげた事例以外で電気工事の労働災害につながる危険性があると気がついた事例をあげ、改善すべき内容を具体的に記述せよ。

【問 4】 あなたが最近経験した電気工事のうち1つの工事を選び、次の問いに答えよ。

1. 次の事項について記述せよ。

- (1) 工事名
- (2) 工事場所
- (3) 工事の概要
 - ① 請負金額（概略金額）
 - ② 概要
- (4) 工期（昭和・平成 年 月～昭和・平成 年 月）
- (5) 上記工事でのあなたの立場とその具体的な内容

① あなたの立場

② 具体的な業務内容

2. 前記の電気工事の施工について、工程管理上、完成間近の段階で特に留意した事項を2項目選び、その内容を簡潔に記述せよ。

((1), (2)として箇条書きで答える)

3. 上記2の(1), および(2)において、あなたがとった具体的な処置または対策を簡潔に記述せよ。

((1), (2)として箇条書きで答える)

解 答

第6編 実地試験 解答・解答ヒント

* 参照中、上は「解説集（上）」、下は「解説集（下）」、法は「法規集」。

6.1 実地試験対策

（施工体験記述）

【問 1】 4.2.1 項 工程管理（下 p.70）、4.2.2 項 工程表（下 p.70）、4.2.3 項 工程管理のフォロー（下 p.72）、4.2.4 項 電気設備工事における工程遅れの原因（下 p.72）参照。

【問 2】 4.2.2 項 工程表（下 p.70）参照。

【問 3】 4.4 節 安全管理（下 p.98）参照。

現場で発生する災害の種類は、「死亡災害発生状況」の図に記されている。その中から2項目を選定して処置、対策を記述すればよい。対策としては次のようなものがある。

- ① 現場管理体制を徹底するとともに、責任と権限を明確化する。
- ② 危険予知訓練等により安全教育を徹底する。
- ③ 安全基準を励行する。

【問 4】 4.1.6 項 着工から撤収までの業務（下 p.67）参照。

完成間近の業務としては次のようなものがあり、これについて記述する。

- ① 施工関係： 施工点検、工程と作業の進捗状況の調査、設計図書による品質の確認
- ② 引渡し業務関係： 検査、引渡し書類の整備、予備品、付属品等の整備、機械取扱い方法等説明会の準備

（電気工学等）

【問 5】

1. ACSR： 2.3.1 項 13.架空送電線の電線（上 p.170）参照。
2. 架空地線： 2.3.1 項 13.架空送電線の電線（上 p.172）参照。
3. グロースタータ：

小さいガラスバルブ内にパイメタルを一方の電極として封じ込み、アルゴンやネオンを封入したグロー放電管で、蛍光ランプを自動点灯するとき使用する点

灯管のことである。安定器、蛍光管の両電極および点灯管を直列に結び、電圧を印加すると、点灯管のバイメタルと固定電極の間で放電が始まり加熱されて、2つの電極は接触し、接点を閉じて放電が止まる。1～2秒間に蛍光灯の陰極が加熱して熱電子が放出しやすい状態となる。この間バイメタルの温度が下がり、固定電極が離れる瞬間に安定器に生じる逆起電力によりランプが点灯する。

4. クロスボンド : 2.6.1項 4.軌道 (上p.237) 参照。

電気車電流を流すために、2以上の軌道のレールを接続する導体のことで、レールの電氣的接続を良好にして、電車から左右のレールまたは隣接するレールに流れる電気車電流を平均にするためと、電気抵抗を低減するために使用される。

5. 限流ヒューズ : 1.5.13項 3.電力用ヒューズ (上p.78) 参照。

6. コンサバータ :

大型の油入変圧器には、絶縁油の温度変化により、油の体積変化の補償と、油と大気が直接接触による吸湿や酸化を防ぐために設ける小油槽をコンサバータという。

また油と外気が直接触れないようにコンサバータ内に窒素ガスを封入したのもある。

7. 直列リアクトル : 1.5.15項 3.コンデンサの付属品 (上p.89), 1.5.16項 リアクトル (上p.91) 参照。

8. 地絡方向継電器 :

一線地絡の方向を判定する継電器で、地絡電流のほかに接地コンデンサにより、零相電圧を検出して、その大きさおよび位相を判別して方向性をもたせたものである。

地絡方向継電器を使用することにより、需要家構内のケーブルが長くまた電力会社の協調から、地絡継電器の整定値を大きくできない場合でも、もらい動作などによる不必要動作を防止することができる。

9. 灯動共用変圧器 :

三相変圧器の1相から電灯負荷 (单相 210-105 V) に電力を供給できるようにした変圧器で次の利点がある。

- ① 変圧器容量の低減が可能となり、契約電力の低減が図れる。
- ② 三相、単相両変圧器の設置に比べて設置スペースの低減が図れる。
- ③ 1台で灯動回路の共用ができるため、無負荷損失が低減し、ランニングコストの節減が図れる。

10. トーショナルダンパ : 2.3.1項 14.送電線の付属品 (上p.173) 参照。

11. 同期発電電動機 :

同期発電機と同期電動機の両方の定格を有する同期機で、主として揚水発電に使用される。

12. 半感応信号機 : 2.7.1項 3.信号機の種類 (上p.247) 参照。