

問 1

Ans. 33500 kW

解説

理論水力の公式

$$P = 9.8HQ \text{ [kW]}$$

$P$ : 理論水力[kW]、 $H$ : 有効落差[m]、 $Q$ : 流量[m<sup>3</sup>/s]

$$P = 9.8 \times (400 - 190 - 20) \times 18 = 33516 \text{ kW} \sim 33500 \text{ kW}$$

問2

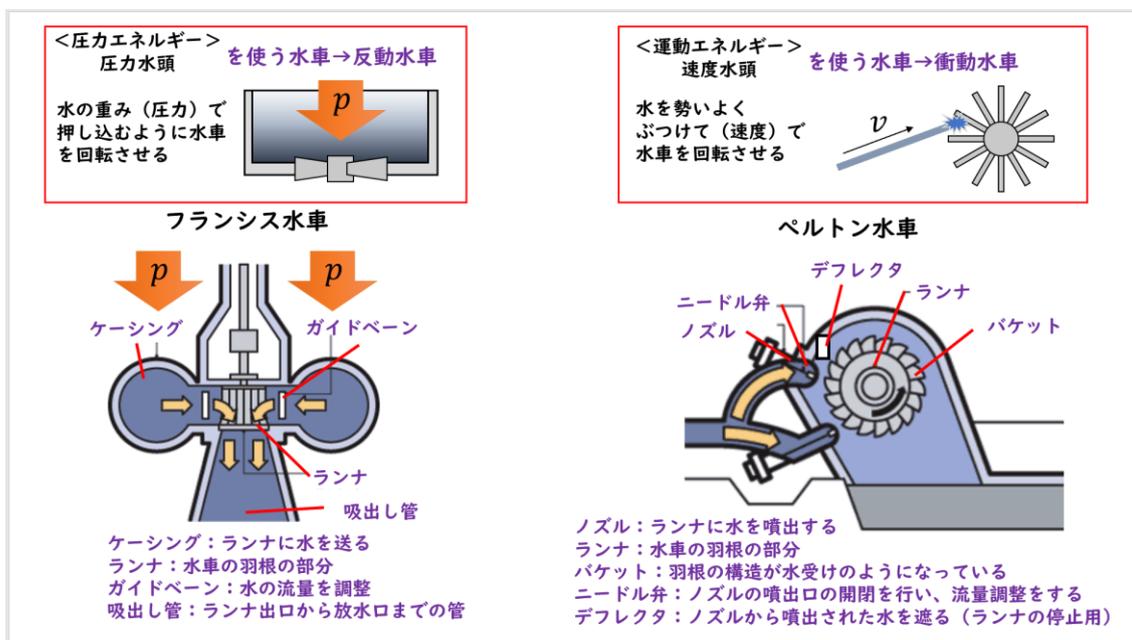
Ans. (4)

解説

(ア)圧力、(イ)フランシス、(ウ)運動、(エ)ペルトン

反動水車：水のもつ圧力エネルギーを利用する。(代表例：フランシス水車)

衝動水車：水のもつ運動エネルギーを利用する。(代表例：ペルトン水車)



問3

Ans. (5)

解説

(1) 給水ポンプは復水器に水を送るために用いられる。

→誤り。給水ポンプはボイラに水を送る。

(2) ボイラで発生した水蒸気は再熱器でさらに温度を上げタービンに送られる。

→誤り。ボイラで発生した水蒸気は過熱器で温度を上げる。

(3) タービンを通過した水蒸気は節炭器で再び加熱して低速タービンに送られる。

→誤り。タービンを通過した水蒸気は再熱器で再び加熱する。

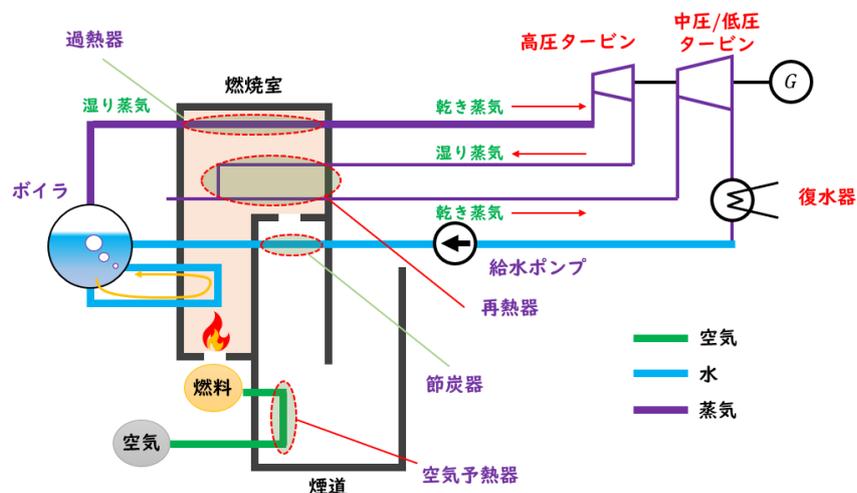
(4) 復水器の真空度を低くすることでタービン効率を改善することができる。

→誤り。復水器の真空度は高くする。(圧力を低くするという意味)

(5) 火力発電の熱サイクルにおいて、復水器のエネルギー損失が最も大きい。

→正しい。

## 火力発電設備の構造



問4

Ans. (3)

解説

(ア)低濃縮、(イ)制御、(ウ)減速

低濃縮ウラン：天然ウランからウラン 235 の含有量を 3~5%に高めたもの

制御棒：原子炉内の中性子を吸収し、核分裂の発生を抑制するもの

減速材：核分裂で発生した高速中性子を減速させ、熱中性子にするもの

問 5

Ans. (3)

解説

(3) 風力発電機の出力量は、風速の 2 乗に比例する。

風がもつ運動エネルギー  $W$

$$W = \frac{1}{2}mv^2$$

風の質量 = 空気の密度  $\rho$  × 空気の体積

= 空気の密度  $\rho$  × 空気の断面積  $A$  × 空気の速度  $v$  × 移動時間  $\Delta t$

$$W = \frac{1}{2}mv^2 = \frac{1}{2} \times \rho \times A \times v \times \Delta t \times v^2 = \frac{1}{2}\rho Av^3 \Delta t$$

電力は単位時間当たりのエネルギーなので  $W$  を  $\Delta t$  で割ると、

$$P = \frac{1}{2}\rho Av^3$$

となり、出力量は風速の 3 乗に比例する。

問6

Ans. 定格1次電流 3.50 A、定格2次電流 577 A

解説

三相変圧器の定格出力（皮相電力） $S_n$ と定格電流（線電流） $I_n$ と定格電圧 $V_n$ （線間電圧）の関係

$$S_n = \sqrt{3}V_n I_n$$

定格1次電流 $I_{n1}$ は、

$$S_n = \sqrt{3}V_{n1} I_{n1}$$
$$I_{n1} = \frac{S_n}{\sqrt{3}V_{n1}} = \frac{400\text{k}}{\sqrt{3} \times 66\text{k}} = 3.50 \text{ A}$$

定格2次電流 $I_{n2}$ は、

$$S_n = \sqrt{3}V_{n2} I_{n2}$$
$$I_{n2} = \frac{S_n}{\sqrt{3}V_{n2}} = \frac{400\text{k}}{\sqrt{3} \times 0.4\text{k}} = 577 \text{ A}$$

問7

Ans. (2)

解説

(ア)断路器、(イ)遮断器、(ウ)SF<sub>6</sub>、(エ)ZnO、(オ)短絡

断路器：電路が通電していないときに開閉を行う（電流が流れていないときに開閉）

遮断器：通電時の電路の開閉及び短絡や地絡などの事故時の異常電流の遮断を行う。（電流が流れているときに開閉）

SF<sub>6</sub>：六フッ化硫黄ガス、消弧能力と絶縁性が高い。

ZnO：従来のギャップ付き避雷器（SiC を主材）に比べてサージ処理能力が高い。ギャップレス避雷器の材料として使われる。

問 8

Ans. 電力損失 68.9 W、電圧降下 8.18 V

解説

三相 3 線式の送電線の電圧降下 $\Delta v$  (電験三種向けの簡略式)

$$\Delta v = \sqrt{3}I(r \cos \theta + x \sin \theta)$$

$I$ : 線電流、 $r$ : 送電線の抵抗 (1 線分)、 $x$ : 送電線のリアクタンス (1 線分)、  
 $\cos \theta$ : 力率

線電流  $I$  は

$$S_n = \sqrt{3}V_n I_n \rightarrow I = \frac{S_n}{\sqrt{3}V_n} = \frac{100000}{\sqrt{3} \times 6600} = 8.748 \text{ A}$$

電圧降下 $\Delta v$  は

$$\begin{aligned} \Delta v &= \sqrt{3} \times 8.748 \times (0.3 \times 0.8 + 0.5 \times \sqrt{1 - 0.8^2}) \\ &= \sqrt{3} \times 8.748 \times (0.3 \times 0.8 + 0.5 \times 0.6) \\ &= 8.182 \sim 8.18 \text{ V} \end{aligned}$$

一線当たりの電力損失 $p$  は

$$p = rI^2 = 0.3 \times 8.748^2 = 22.96 \text{ W}$$

三線分の電力損失 $P$  は 3 倍となるので、

$$P = 3p = 68.875 \sim 68.9 \text{ W}$$

問9

Ans. 251 kvar

解説

電源が負荷に供給する皮相電力 $S_L$ は、

$$P_L = S_L \cos \theta \rightarrow S_L = \frac{P_L}{\cos \theta}$$
$$S_L = \frac{600}{0.7} = 857 \text{ kV} \cdot \text{A}$$

電源が負荷に供給する無効電力 $Q_L$  (遅れ) は、

$$Q_L = S_L \sin \theta = 857 \times \sqrt{1 - 0.7^2} = 612 \text{ kvar}$$

電源が許容できる無効電力 $Q$ は

$$Q = \sqrt{S_n^2 - P_L^2} = \sqrt{700^2 - 600^2} = 361 \text{ kvar}$$

$Q < Q_L$  のとき電源は過負荷となるため、電力コンデンサ $Q_c$ を追加し $Q = Q_L - Q_c$ とすると、

$$Q_c = Q_L - Q = 612 - 361 = 251 \text{ kvar}$$

問 10

Ans. 951 A

解説

定格電流 $I_n$ は

$$S_n = \sqrt{3}V_n I_n$$

$$I_n = \frac{S_n}{\sqrt{3}V_n} = \frac{1000 \times 10^3}{\sqrt{3} \times 6.6 \times 10^3} = 87.48 \text{ A}$$

三相短絡電流 $I_g$ は、

$$I_g = \frac{V_n}{z} = \frac{1}{z} \times \frac{V_n}{\sqrt{3}} \times \frac{I_n}{I_n} = \frac{1}{z} \times \frac{V_n}{\sqrt{3}} \times \frac{1}{I_n} \times I_n = \frac{100}{\%Z} \times I_n$$

$$\therefore I_g = \frac{100}{\%Z} \times I_n$$

$$I_g = \frac{100}{1.0 + 7.0 + 1.2} \times 87.48 = \frac{100}{9.2} \times 87.48$$

$$I_g = 950.8 \sim 951 \text{ A}$$

