

水力

・年間平均流量

$$Q [m^3/s] = \frac{KPA}{365 \times 24 \times 60 \times 60}$$

(P: 年間降水量 [mm], A: 流域面積 [km²])

・水車出力

$$P = \rho g Q H \eta_m \Rightarrow P = \rho Q H \left(\frac{\eta_m}{100} \right)$$

$Q [m^3/s]$, $H [m]$, $\rho [m^3/s]$

・流速と流量の関係

$$\frac{1}{2} m v^2 = m g H$$

$$v = \sqrt{2gH}$$

$$\Rightarrow v = k \sqrt{2gH}$$

$$Q = v A [m^3/s]$$

$$= k \sqrt{2gH} \cdot A [m^3/s]$$

水車の選定

分類	落差と流量	水車名称	特徴
衝動水車	水の運動エネルギー-利用 高落差、小流量	ペルトン水車	高落差・小流量 → 横軸形 大流量 → 立軸形
反動水車	水の圧力エネルギー-利用 衝動水車よりも 低落差で流量多	フランシス	中落差・小流量 → 横軸形 大流量 → 立軸形
		斜流	
		プロペラ (カピラン)	低~中、大流量 → 立軸形

比速度の定数

ある水車と幾何学的に相似な仮想水車において、単位落差 (1m) で単位出力 (1kW) の出力を得る時の水車の回転速度を指す。

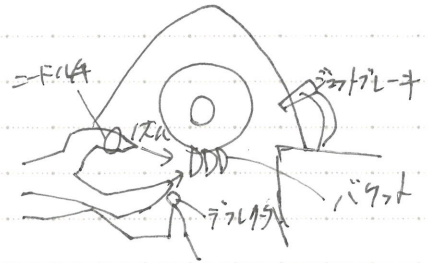
水車の回転速度を高くする長所と短所

- Ⓔ長所
 - ・発電機の容量は回転速度に比例 → 小型、軽量化
 - ・建屋のコmpact化
 - ・建設費の低下
- Ⓕ短所
 - ・キャビテーション → ランニング、騒音、振動、効率低下
 - ・キャビテーション防止策 → 水車の形状最適化 → 建設時の掘削量増
 - ・発電機の遠心力は回転速度の2乗に比例 → 強度増が必要

部分負荷時の水車効率の向上策

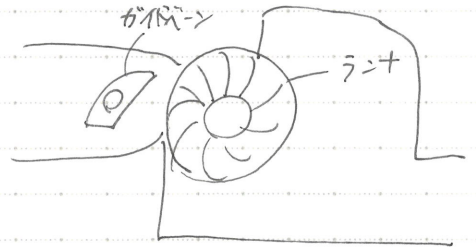
・ペルトン水車

- 一斗弁の切りで流量調整
- 1斗弁が複数ある際は、使用数変更
- 切っても水平方向は変わらない



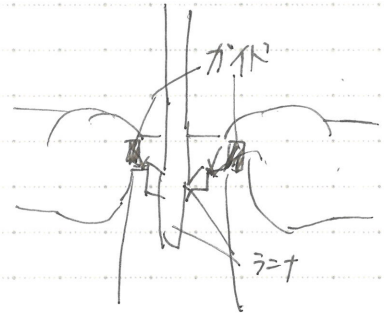
・フロッパー水車

- ガイドベーンを複数使用する時は、
- 径幅、半径の小、大のガイドベーンで、
- 構成二本、負荷により使用する枚数を変える。



・カプラン水車

- カプラン水車、斜流水車では、ガイドベーンに加え、
- ランナーベーンの開度も調整できる
- この両者を調整することで効率を高める



水撃作用の発生要因

- 事故発生時に発電機に接続された負荷が自動的に遮断された場合、
- 水車や発電機の回転数が急上昇しないよう調速機が働くと、ガイドベーンを急閉止する。
- 二本により流水が急に停止され、水の運動エネルギーが圧エネルギーに変換され、
- 水撃作用が発生する。

水撃作用の影響

- 水撃作用による圧力で、水車のケーシング、ガイドベーン、水圧鉄管、圧カトネルが
- 損傷する可能性がある。

水撃作用の対策

- サージタンク : 圧カトネルと水圧鉄管の間に設置した開放タンクである。
- 水圧の急激な変化を吸収できる。
- 弁圧機 : ケーシングまたは水圧鉄管の末端に設置する。調速機によりガイドベーン閉止に連動してケーシング、水圧鉄管内の水を放水路から排水する。
- これにより圧力上昇を抑制する。

水車の比速度の式

$$n_s = n \times \frac{\sqrt{P_t}}{H^{5/4}}$$

n_s (min⁻¹, kW, m), n (min⁻¹), P_t [kW], H [m]

水車出力の式

$$P_t = 9.8 Q H \eta_t \quad [\text{kW}]$$

(H₀-h₀)

発電機出力の式

$$P_g = 9.8 Q H \eta_t \eta_g \quad [\text{kW}]$$

(H₀-h₀)

揚水発電の式

$$P_m = \frac{9.8 Q (H_0 + h_0)}{\eta_{PM}}$$

揚水発電所の総合効率

$$\eta = \frac{H_g}{H_p} \times \eta_{TG} \eta_{PM} \times 100 \quad \left(\frac{\text{発電電力量 [kW-h]}}{\text{揚水入力電力量 [kW-h]}} \right) \text{ [％]}$$

揚水発電機の負荷速断試験

電圧上昇率: $\delta_V = \frac{V_{\max} - V_{in} \text{ (変動分)}}{V_n \text{ (定格)}} \times 100$

速度変動率: $\delta_n = \frac{n_{\max} - n_i \text{ (変動分)}}{n_n \text{ (定格)}} \times 100$

水圧変動率: $\delta_H = \frac{h_{\max} - (z_1 - z_2) \text{ (変動分)}}{z_1 - z_2 \text{ (静落差)}} \times 100$

速度調停率: $R = \frac{(n_f - n_i) / n_n \text{ (回転速の変動率)}}{(P_i - P_f) / P_n \text{ (出力の変動率)}} \times 100$

↑ 安定後で考え

