

1. 小水力発電機器について

1.1 小水力発電設備の機器構成について

小水力発電設備は、主に水車、発電機とその他電気機器で構成され、各機器とも様々な種類・型式があり、小水力発電設備の設置環境に応じて適当な型式を選定する。

- ①水車 : 水力エネルギーを発電機の軸を回す動力に変換する
- ②発電機 : 軸動力を電力に変換する
- ③動力伝達装置 : 水車の回転エネルギー(発電機の軸を回す動力)を発電機に伝える
- ④電気機器 : 表3.1-1

上記の発電機器の他に水車へ水力エネルギーを導くために取水、導水、水槽、水圧管路などの土木構築物を加えて小水力発電所が構成される。

表3.1-1 その他の電気機器

機器項目	概要
制御盤	水車、発電機を自動運転するための装置。
保護盤	機器や系統の故障を検出し、発電機を安全に停止させるための装置であり、発電所の故障を検出する保護継電器の他に、単独運転検出装置や系統故障を検出するための保護継電器を設ける必要がある。
主回路盤	系統連系あるいは需要設備を発電機に接続するための装置
所内盤	発電所を運転するための必要な機器への分電盤
水位計	水槽(ヘッドタンク)の水位を検出するための装置
配電線	発電設備と発生電力の需要(消費)設備が離れているような場合に適用

1.2 効率と発電所出力

第2章『1.1包蔵水力について』における発生電力(理論水力) $P_e(\text{kW}) = 9.8 \times Q \times H_e$ ($H_e(\text{m})$:有効落差、 $Q(\text{m}^3/\text{s})$:使用水量)は、エネルギー源としての水力が全て電気エネルギーに変換される場合の関係であり、現実にはエネルギー変換の過程でも損失が生じる。

効率は、次式(1)で定められるように、いかに高い割合で変換できるかを表す指標として使われる。

$$[\text{効 率}] = [\text{出力}] / [\text{入力}] = [\text{出力動力}] / [\text{入力動力}] \cdots \cdots (1)$$

水力発電では水車や発電機で無視できない損失が生じる。それぞれの効率を η_t (水車効率)、 η_g (発電機効率) で表すと、水力発電機の出力(発電出力または、発電所出力という) $P(\text{kW})$ は、次式(2)から計算できる。

$$P = 9.8 \times \eta_t \times \eta_g \times Q \times H_e \cdots \cdots (2)$$

現在の中小水力用水力発電機では、 $\eta_t = 0.75 \sim 0.90$ 、 $\eta_g = 0.82 \sim 0.93$ 程度である。

水力エネルギー賦存量の推定において、水力発電所を建設することでT時間で得られる電力量E(kWh)は、次式(3)から計算できる。

$$E = P \times T \cdots \cdots (3)$$

2. 水車

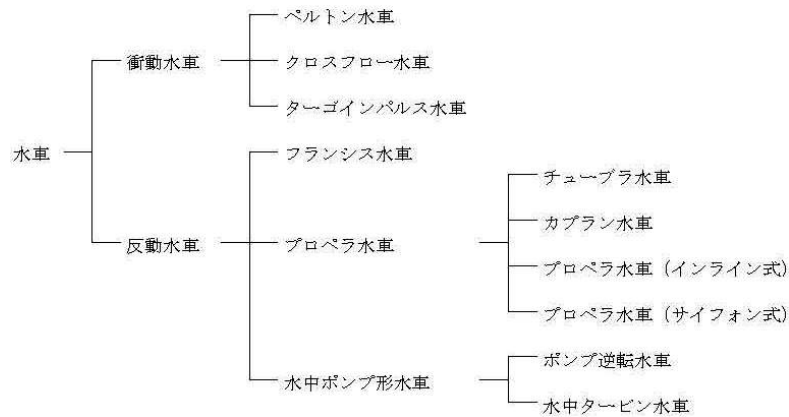
2.1 水車の種類

(1) 水車の分類

小水力発電設備に適用可能な水車は、下図 3.2-1 および以下のように分類される。

衝動水車: 水の働きのうち速度のみを利用するタイプの水車(圧力水頭を持つ水をノズルから噴出させて、全て速度水頭に変え、噴出水の衝動によりランナを回転させる構造)

反動水車: 水の働きのうち圧力と速度の両方を利用するタイプの水車(圧力水頭を持つ流水の水圧をランナーに作用させる構造)



出典：ハイドロパワープランニングブック(資源エネルギー庁)

図 3.2-1 水車の分類

また、水路式発電の総落差 H_g と有効落差 H_e の関係は、水車の分類によって異なる。

有効落差の計算方法は、表 3.2-1 に示す通りである。

表3.2-1 総落差と有効落差の関係と有効落差の計算方法

水車の分類	有効落差の計算方法	総落差と有効落差の関係
衝動水車	$H_e = H_g - H_{L1} - H_{L2} - h$ <p> H_{L1}: 取水口と水槽との間の損失落差 (m) H_{L2}: 水槽と水車入口の間の損失落差 (m) h : 水車中心と放水口水位との高低差 (m) </p>	
反動水車	$H_e = H_g - H_{L1} - H_{L2} - V_2^2/2g - h$ <p> H_{L1} : 取水口と水槽との間の損失落差 (m) H_{L2} : 水槽と水車入口の間の損失落差 (m) h : 吸出し管と放水口水位との高低差 (m) V_2 : 吸出し管出口における流速 (m/s) $V_2^2/2g$: 吸出し管出口における損失落差 (m) </p>	

(2) 水車概要

①ペルトン水車(流量調整運転：可)

ペルトン水車は、ノズルから噴出する水をバケットに衝突させる機構の衝動水車で、高落差に適しており、大型機から小型機まで多くの採用例がある。ペルトン水車は流量調整できる機構(ニードル)を備えており、流量調整が最優先される場合にも使用できる。しかし、駆動装置、流量調整用の制御装置が必要になるため高価となる。最近は、小容量の水力用にニードルを省略して安価にしたものもある。

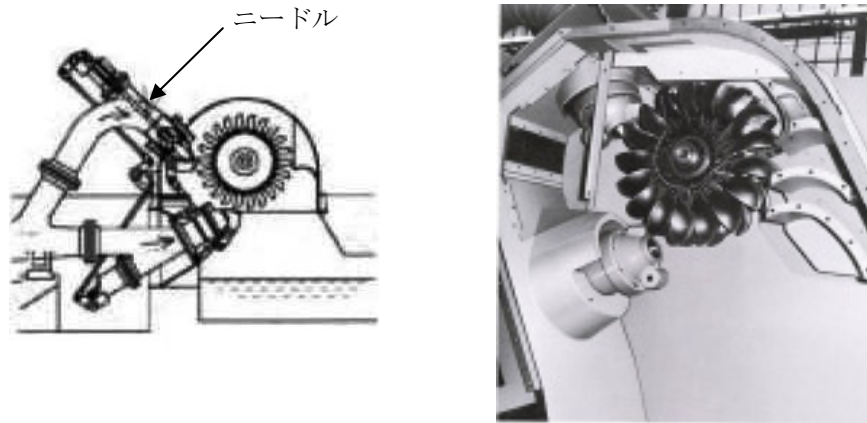


図3.2-2 ペルトン水車

②ターゴインパルス水車(流量調整運転：可)

ターゴインパルス水車は、ノズルからのジェット主流をランナの斜めから入射させる構造となっている衝動水車で、流量調節できる機構(ニードル)を備えている。

この水車は、ペルトン水車よりも低い落差に適用でき、フランシス水車とペルトン水車の中間領域では非常に有利な水車である。また、低流量でも効率低下が小さく、構造が簡単でメンテナンスが容易である。さらに、この水車は、ペルトン水車に比べて水車の回転数を上げることができるため、水車および発電機の寸法を小さくできる。



図3.2-3 ターゴインパルス水車

③クロスフロー水車(流量調整運転：可)

クロスフロー水車は、水流が円筒形のランナに軸と直角方向より流入し、ランナ内を貫通して流出する衝動水車で、流量調整できる機構（ガイドベーン）を備えた、中小水力用の水車である。クロスフロー水車は比較的高い効率で運転することができ、ガイドベーンを1/3ガイドベーンと2/3ガイドベーンに分割したものでは、負荷に応じた操作が可能で、低流量でも効率の低下を小さくすることができる特徴をもっている。

また、クロスフロー水車は、外側のカバーを外すだけでランナを点検することができ、容易に除塵することができる簡単な構造の水車である。

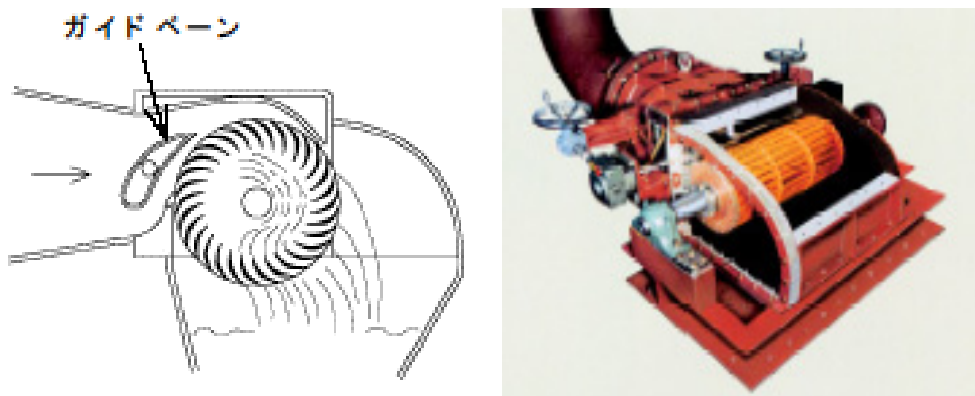


図3.2-4 クロスフロー水車

④ポンプ逆転水車(流量調整運転：不可)

一般的に使われるポンプ（渦巻ポンプあるいは軸流ポンプ）に水を流し、ポンプを逆転方向に回転させることで発電に使用する水車である。ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品を使えるので安価であるが、効率は他の水車より低くなる。

渦巻ポンプには、回転軸の横方向から水が流入し、水車内で軸方向に向きを変えて流出するタイプ（片吸込形）と流入、流出とも回転軸の横方向となるタイプ（両吸込形）がある。軸流ポンプは、発電機を設置する側の流入、流出どちらか一方で水流を直角に曲げる必要がある。

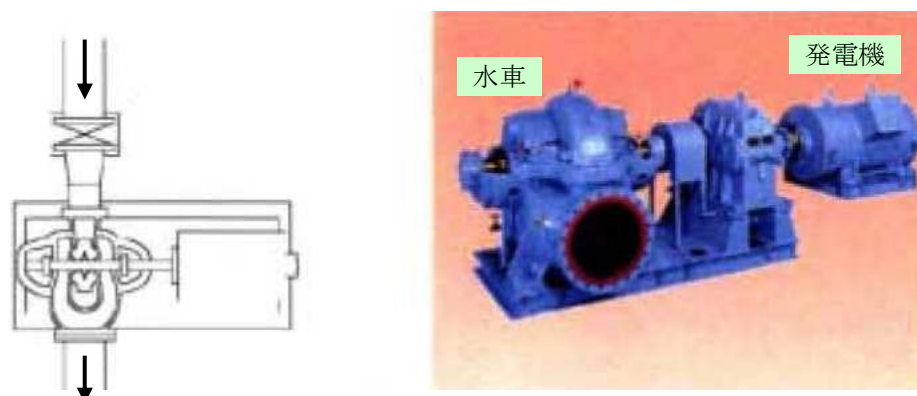


図3.2-5 ポンプ逆転水車

⑤プロペラ水車（横軸プロペラ（固定羽根）・チューブラ水車など）（流量調整運転：不可）

低落差に適した水車であり、コストダウンのため流量調整機能が省略されているため、落差、流量とも変化しない地点が最適である。

流量変化が大きい場合には小流量に合わせて設置、調整することになる。季節単位のゆっくりした流量変化の場合、水車を複数台設置し、運転台数を変更することで、水の利用率を高めることもできる。

水流は流入、流出とも水車の軸方向なので、配管直線部に挿入する機器配置が可能である。

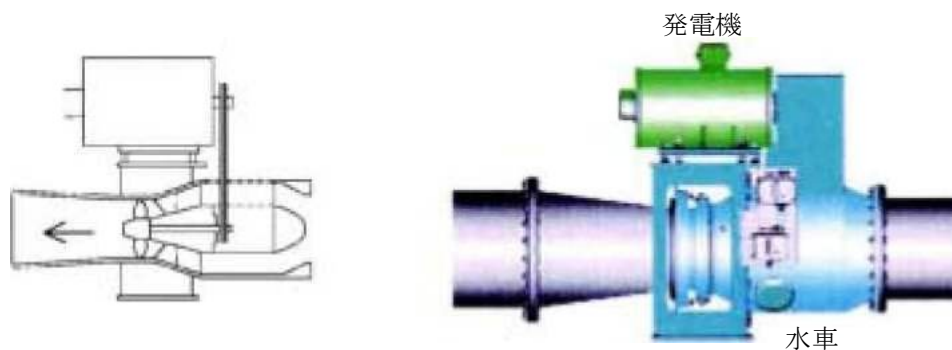


図3.2-6 プロペラ水車

⑥水中式発電機一体型水車（水中タービン水車）（流量調整運転：不可）

水車および発電機が一体となっている水中ポンプに水を逆に流し、ポンプを逆方向に回転させることで発電に使用する水車である。ランナの羽根形状以外はポンプと同じ部品が使用可能であることから安価となるが、効率是他の水車より低くなる。

この水車は、水槽底部や配管内に水中設置することになるが、点検や部品交換のため水中から取り出せるような据付としなければならない。

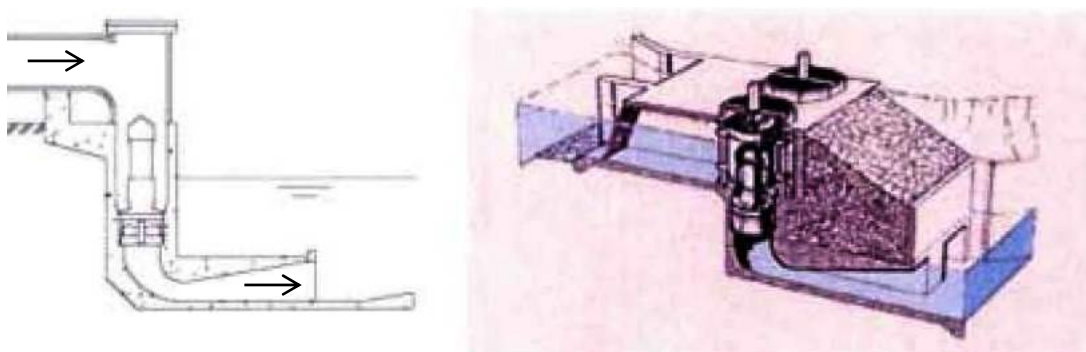


図3.2-7 水中式発電機一体型水車

⑦フランシス水車(流量調整運転：可)

フランシス水車は、高落差から低落差まで、大容量から小容量まで広い範囲に用いられ、構造も簡単であることから、中小水力発電においては、横型フランシス水車が多く採用されている。この水車は反动水車に分類され、水はランナの全周から中心に向かって流入し、水圧によりランナを回転しつつ、ランナ内で軸方向に向きを変えて流出する。

フランシス水車は、流量調整できる機構(ガイドベーン)を備えており、水道等の流量調整が最優先される場合にも使用できる。しかし、ガイドベーンの駆動装置、流量調整用の制御装置が必要になるため高価となる。

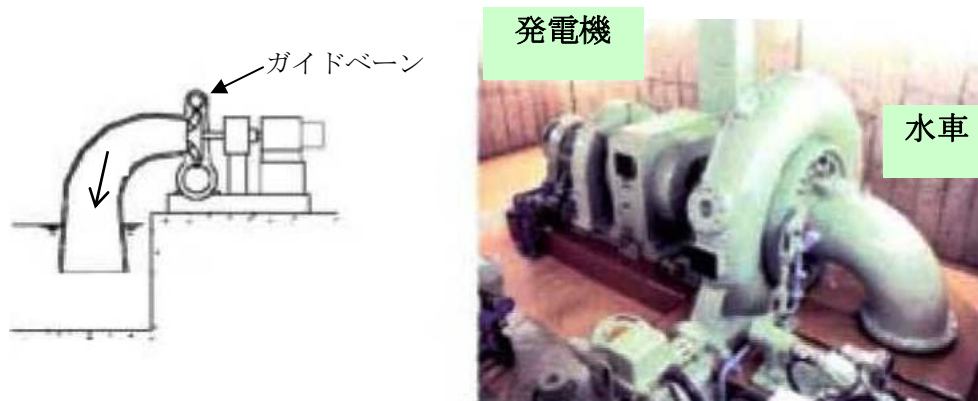


図3.2-8 横軸フランシス水車

⑧上掛け水車・下掛け水車(流量調整運転：不可)

水車のイメージであり、利用し得る落差が低く小容量であること、効率が低いことから発電利用のみを考えた場合の価値は高くないが、見た目が分かり易く、構造が簡単でメンテナンスが用意である。

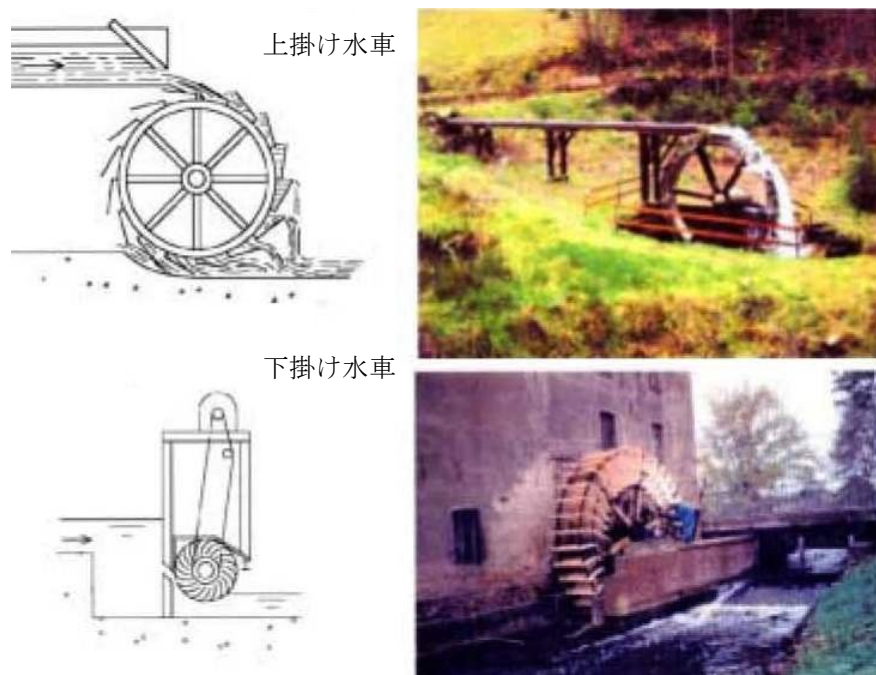
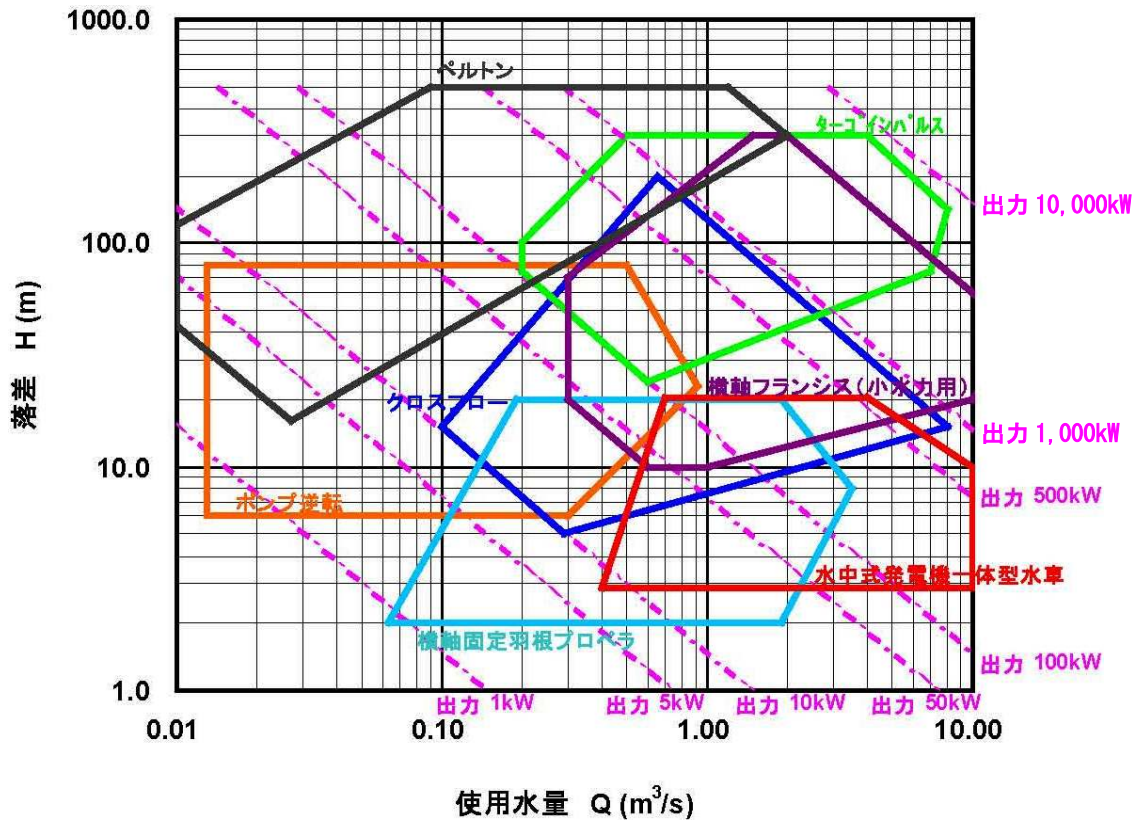


図3.2-9 上掛け水車・下掛け水車

2.2 水車の選定方法

一般的に水車は、図 3.2-10 に示す範囲にて選定する。最も小型でも落差 2m 以上必要であり、さらに使用水量 Q も考慮する必要がある。なお、近年 1kW 以下についても、国内メーカーにおいて開発・商品化が進んでおり、今後の水力発電への適用が期待される（一般家庭の平均電力、約 3~4kW の 1/3~1/4 程度の発電規模）。



(出典：NEDO マイクロ水力発電導入ガイドブック)

図 3.2-10 水車の適用範囲

3. 発電機

発電機には、直流機と交流機があるが、水力発電や風力発電では交流機が使用されている。なお、太陽光発電や燃料電池では直流で発生した電気を交流に変換している。交流機は、同期発電機と誘導発電機の2種類に分類される。以下に原理と特徴および選定方法について述べる。

3.1 発電機の原理

図 3.3-1 のように銅線で1つのループ(コイル)を作って、その中で、回転軸に磁石を取り付けて回転させると、銅線に電圧が発生する。

図 3.3-2 はその断面を示す。磁石にはN極からS極へ戻る磁気の流れ(磁束)がある。この磁束が銅線のような導電性の物体(導体)を横切って動くと、磁束の大きさ(磁束密度)と磁束が導体を切って動く速度に比例した大きさの電圧が導体に生じる。磁石が矢印の方向(時計式)に回転すると、発生する電圧の方向は、図 3.3-1 の実線の矢印の方向となり、N極に向かい合っている導体 A と S 極に向かい合っている導体 A' とでは、電圧の向きが逆になる。

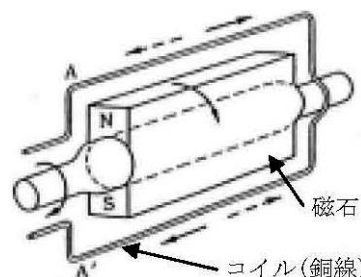


図 3.3-1 コイルと磁石

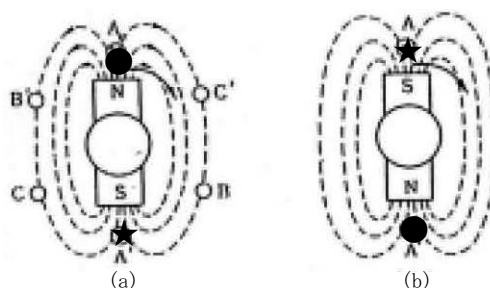


図 3.3-2 コイルと磁石 (断面図)

コイルとしては両者が加わりあうことになる。図 3.3-2 では、導体は紙面と直角の方向であるので、●は紙面に垂直で表から裏へ向かう方向を示し、★は逆に紙面に垂直で裏から表に向かう方向を示している。この図の(a)は図 3.3-1 と同じ状態であるが、磁石が半回転すると図 3.3-2 (b) のようにS極が上にくるので、このときの電圧の方向は(a)とは逆の方向になり、図 3.3-1 では破線の矢印となる。更に半回転して再び図 3.3-2 の(a)の状態に戻ると、電圧の方向も最初の状態になるので、磁石が1回転する間に電圧の方向は、一度反対方向になってもとに戻るようになる。この状態を、縦軸に電圧の大きさをとり、横軸に時間をとって表すと図 3.3-3 のように交流の電圧となる。

実際の発電機では、磁石の代わりに鉄心の回りに巻いた銅線(界磁巻線)に直流の電気を流した電磁石を用いて、水車が駆動する。水車で駆動する電磁石になる部分を回転子、電気の発生するコイルの部分を固定子という。

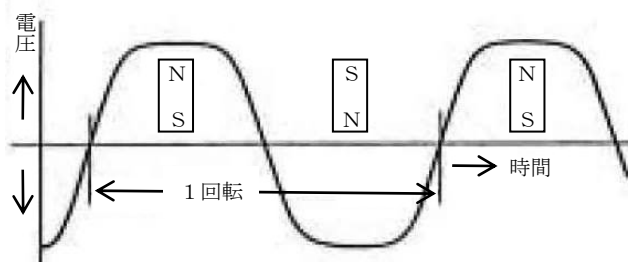


図 3.3-3 コイルに発生する電圧

3.2 発電機の特徴

(1) 同期発電機

同期発電機は、「(1) 発電機の原理」で説明した原理で電気を発生する発電機である。

同期発電機は、回転子に直流電流を流すための装置(励磁装置)が必要で、回転子の構造が複雑になり、励磁装置等の保守点検が必要となる。

同期発電機は、発電機の外部から励磁を行うため、その励磁を調整することによって発電機の電圧を調整することができ、電力会社の送配電網に接続することなく需要施設へ電力の供給(単独運用)が可能である。

電力会社の送配電線に接続する系統連系の場合は、系統側と発電機側の電圧と周波数を合せてから連系するため、系統への影響が少ないのが特徴である。しかし、誘導発電機に比べると、自ら電圧を発生させ調整するための装置(励磁装置)が必要になるためコスト増となる。

(2) 誘導発電機

誘導発電機は、同期発電機と違い、発電機の外部から回転子に直流電流を流さず、固定子のコイルに交流電流を流すことにより、電磁誘導により回転子に磁界が発生させる。そのために、励磁装置は不要で、回転子の構造も簡単なため、同期発電機に比べ保守が容易となる。したがって、電力会社の送配電線が停電した場合は、発電できなくなるため、同期発電機のように単独運用が出来ない。

しかし、固定子側に交流電流を流さなければ電圧を発生させることができないため、電力会社の送配電線に接続しなければならない。

また、送配電線に接続(系統連系)する瞬間に大きな電流(突入電流)が流れること、通常運転時にも配電線の電圧を低下させるという特徴があり、電力会社の送配電線に影響を及ぼす場合は、電圧低下防止のための設備(力率改善用コンデンサ)や突入電流を小さくする設備(限流リアクトル)を設置しなければならない。

(3) 同期発電機と誘導発電機の比較

同期発電機と誘導発電機の特徴を表 3.3-1 に示す。

表 3.3-1 同期発電機と誘導発電機の特徴比較

項目	同期発電機	誘導発電機
回転子の構造	界磁巻線や交流励磁機(またはスリップリング)を持ち複雑な構造	かご形回転子で簡単
励磁装置	必要	不要
保守	界磁巻線や励磁装置等の保守点検を要す	構造が簡単で励磁装置もなく保守が容易
価格	誘導発電機よりは高価	安価であるが、低速機は割高
効率	良い	良いが、低速機は悪くなる。
容量	大容量機でも問題ない	大容量機は製作困難、数千kW以下が適当
並列時の同期合せ	必要	不要
並列時の突入電流	同期を合せて並列に入れるので過度電流は小さく系統の電圧降下に問題ない	強制並列なので大きな過度電流が流れる。系統の電圧降下を抑えるためにリアクトルの必要な場合がある。
無効電力	定格力率以内は負荷に合わせて供給可能	負荷に供給できないうえに励磁電流分を系統から取り込む
単独運転	常に可能	通常できない

出典: 中小水力発電がトピック(新訂5版)新エネルギー財団

3.3 発電機を選定

計画地点において、単独運用(後述、5 発生電力の利用を参照)が想定される場合は、同期発電機を選定することを基本とする。同期発電機は単独運用が可能であり、電圧・力率の調整が可能である(ただし、水車が出力調整装置付きの場合)。以下に、発電機を選定において注意すべき事項を述べる。

(1) 単独運用

同期発電機は、水車等の原動機による回転力を同期速度にし、直流電源より励磁を与えれば、交流電力を発生する。このため、単独運用を行う必要がある場合は、通常、同期発電機を採用する。

誘導発電機は、一般的に単独運用が不可能である。また、小容量機器においては出力側にコンデンサを設け、コンデンサによる進相自己励磁を行い、電圧を確立することにより単独運用を可能にすることができる。

(2) 無効電力および周波数調整義務

誘導発電機は、電圧および力率調整機能が無いため、無効電力の調整が必要な場合は、一般的に同期発電機を採用する。

以上を踏まえ、電力系統への接続の有無および経済性を考慮して最も適した発電機を選定する。

- ・ 単独運用の場合 → 同期発電機
- ・ 系統連系の場合 → 誘導発電機または同期発電機

電力会社との協議において、系統条件により、誘導発電機の使用が問題になる場合もある。その際は、上位系統への連系や、同期発電機の使用を検討する。

4. 動力伝達装置

水車の回転エネルギーを発電機に伝える装置を動力伝達装置という。水車の動力を発電機に伝える場合、水車の回転速度が発電可能な回転速度を得られる場合は、カップリングで直結するか、ベルトなどを用いて動力を伝達することができる。なお、直結する方が効率もよい。

しかし、水車の回転速度が発電不可能な回転速度の場合、水車の回転速度と発電機の同期速度を合わせなければならない。水車の回転速度と発電機の同期速度を調節するため、プーリーやベルトを組み合わせた増速方式、あるいは、低い回転数を数十倍から数百倍に高めて発電機の電圧発生速度に調整する増速機方式がある。

以下に各動力伝達装置（①ベルト(およびチェーン)、②軸直結、③増速機方式)について概要を述べる。どれを採用するかについては、発電機と水車の軸配置など構造上の制約や、それぞれの長所・短所を考慮し、最も経済的な方式を選択する。

4.1 ベルト方式

ベルト方式は、小水力発電で多く取り入れられている方式で、図 3.4-1 に示すように水車の動力をベルトによって発電機に伝える方式である。水車と発電機のプーリーをベルトで結合させて、プーリー比によって増速調整を行いながら動力を伝えることができる。水車の上に発電機を設置できるなどスペースの有効利用ができる等のメリットがある。

ただし、ベルトが汚れたり、電動機および発電機の軸に応力が加わった状態で運転されることによる軸のゆがみでベルトが滑って外れやすくなる現象や、ベアリングの耐久性等の問題がある。また、水車と発電機の回転速度の差が大きくなるにしたがって、プーリー比だけでは対応できなくなると同時に事故への危険性も高まる。このような場合、スペースが確保できれば増速機方式を取り入れることで改善される。

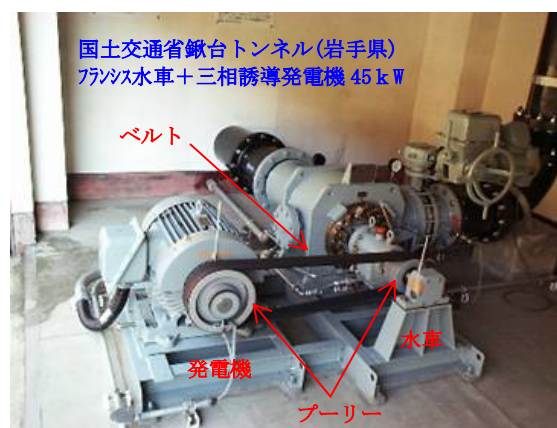


図 3.4-1 ベルト伝達方式例

4.2 軸直結方式

水車と発電機が向きあって設置できる場合は、軸同士をカップリングする軸直結方式が可能となる。この方式はベルト結合などに発生しやすい滑りや一方向への応力の偏りもないことから動力を効果的に伝達することができ、ベアリングに加わる金属疲労も軽減できる。

軸直結方式は、段差や堰堤が設けられているような用水路や河川などにおいて、ある程度の落差と流量が得られる水力発電の場合は、水車と発電機の回転速度差が少ない場合、最適となるが、落差や流量の少ない場合は、増速機方式が最適である。

なお、水車の回転動力を効果的に伝える役目として従来の水力発電所では、軸直結方式が用いられてきた。しかし、小水力発電の場合は、軸直結方式を取り入れて発電に用いられるケースは非常に少ない。

4.3 増速機方式

ベルト方式と同様に小水力発電で多く取り入れられている方式で、水車と発電機の回転軸を、ギア比によって増速調整を行いながら動力を発電機に伝える方式である。

ギアは、コンパクトで増速比を大きくとれるが、ギア比がまちまちで専用設計しなければならない場合が多く、コスト高となる場合が多い、市販のもので対応できる場合はより有効な手段である。

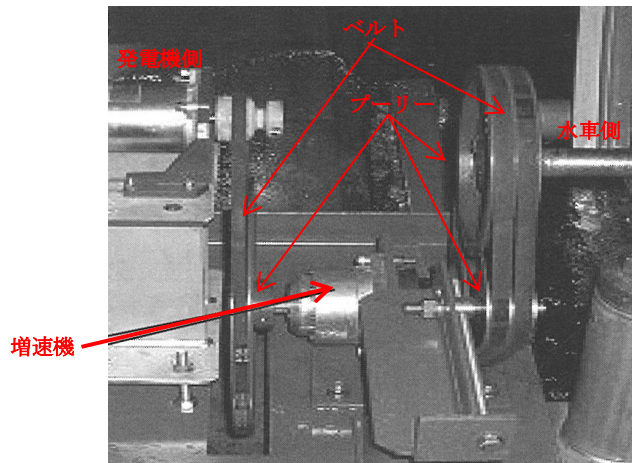
表 3.4-1 に、増速機方式(ギア方式)とベルト方式の比較を示す。採用については、多角的に検討する必要があるため、機器メーカーの設計者等の助言を伺うことが得策である。

また、図 3.4-2 に示すとおり、ベルト方式と増速機を組合せて水車から発電機へ動力伝達をする方法もある。これにより水車がより低速回転の場合でも、プーリー、ベルト、増速機を組み合わせることで小水力発電は可能となる一方、増速機で消費されるエネルギーが高くなる。

表 3.4-1 増速機(ギア)とベルトの比較

	増速機(ギア)方式	ベルト方式
変速比	比較的大きく取れる。 標準品の変速比は、段階的で自由度が小さい。	変速比は、プーリー比となるため、自由度が大きい(プーリーの加工で対応可能)
設置スペース	特に変速比が大きい場合、スペースを小さくできるので、スペースが無い場合は有利。	変速比と容量が大きい場合は、かなり大きなスペースが必要。
安全性	回転部分は、完全にボックス内に収納されるため、安全性が高い。	回転部分が露出となる場合があり、巻き込まれの危険がある。
容量	大容量に対応可能。	ベルト耐力に限界があり、大容量化は困難。
経済性	高い	安い
保守性	メンテナンスフリーであるが、故障すると厄介。定期的な潤滑油の交換などの保守が必要。	故障修理は、比較的容易。ベルトの張力管理、清掃などの日常の保守が必要。
軸への加重	水車、発電機の軸への加重は特になし	水車、発電機の軸にラジアル加重(軸に直角方向の加重)が掛かるため、軸の耐量を考慮する必要あり。
据付調整	水車と発電機の据付は、高い精度が要求される。	据付精度は、ある程度許容できる。
騒音	比較的大きい。	比較的小さい。

出典：マイカ水力発電倶楽部(<http://www2.tba.t-com.ne.jp/hmc/index.htm>)



出典：マイクロ水力発電HP (<http://www2.tba.t-com.ne.jp/hmc/>)
小水力発電(原理から応用まで) パワー社

図 3.4-2 動力伝達(ベルト方式と増速機を組合せたもの)

5. 発生電力の利用(単独運用・系統連系)

水力発電設備で発電した電力は、電力会社の商用電力系統との連系の有無によって開発計画の手順が異なる。

5.1 発生電力の利用(単独運用・系統連系)

(1) 単独運用の場合

図 3.5-1 に示すように、電力消費設備が電力会社の商用電力系統に接続されていない状態にあり、その設備に直接水力発電による発電電力の全部を供給するシステムである。

近傍に電力会社の配電線がなく、無電化の状態である消費設備に水力発電による発電電力を供給するような場合などに当てはまる。

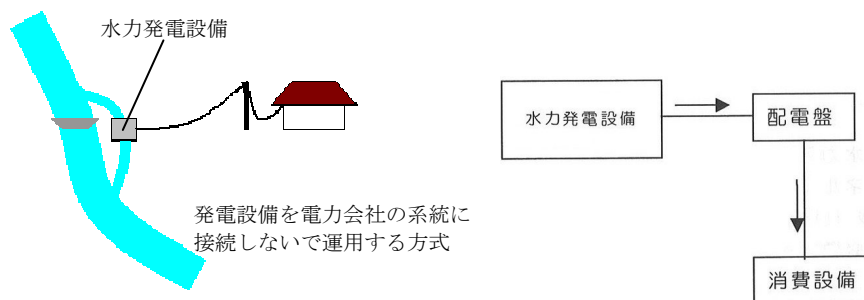


図 3.5-1 単独運用イメージ

(2) 系統連系の場合

図 3.5-2 に示すように、電力消費設備が電力会社の商用電力系統に接続された状態にあり、新たに導入する水力発電設備をこの商用電力系統へ連系することにより、水力発電で得られる発電電力の全部または一部を消費設備に供給する発電システムである。

このシステムでは、消費電力が水力発電の発電電力よりも大きい場合には、その不足分は商用電力(買電)により賄われることになる。

また、発電電力が消費電力を上回る場合(余剰電力が発生する場合)には、電力会社との交渉により、余剰電力を電力会社に売電できる。

水力発電設備を電力会社の商用電力系統に連系する場合は、連系するための技術要件、余剰電力の売電料金等に関して、事前に電力会社と協議する必要がある。

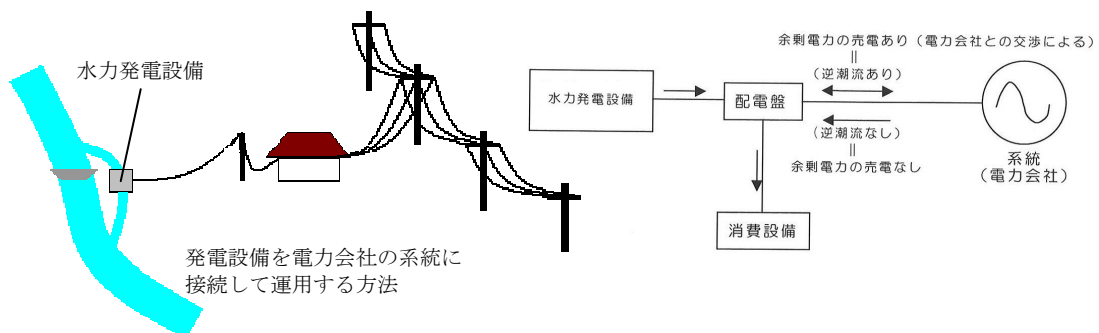


図 3.5-2 系統連携イメージ

5.2 系統連系技術要件ガイドラインについて

小水力発電設備を系統連系する場合、系統の保安と電力品質維持の観点から、発電設備の容量の大小や逆潮流の有無にかかわらず電力会社との協議が必要である。この協議の指針となるものが、系統連系技術要件ガイドラインである。

ガイドラインは、一般電気事業者(電力会社)や卸電気事業者以外の発電事業者が配電線に連系するために必要な技術要件を指針として定めたものであり、平成16年10月1日にガイドラインの保安部分を「電気設備技術基準の解釈」(以下「電技解釈」)に取り入れ、電力品質などに関する部分を「電力品質確保に係る系統連系技術要件ガイドライン」(以下「ガイドライン」)として引き継ぐ改正が行われている。

この電技解釈、ガイドラインの概要を以下に示す。実際の発電所設置計画においては、計画条件に対応して電技解釈、ガイドラインの適用内容を確認する必要がある。

(1) 低圧連系と高圧連系

a) 低圧連系

電力会社から低圧配電線(600V以下)により受電している需要家が、構内に水力発電設備を設置する場合、低圧配電線に連系できる水力発電設備の出力は、原則として50kW未満である。

低圧連系の場合、原則として交流発電設備(同期発電機・誘導発電機)による余剰電力を電力会社の配電線に流すことは出来ない。これを逆潮流無しと呼ぶ。

b) 高圧連系

電力会社から高圧配電線(600Vを越え7,000V以下)により受電している需要家が、構内に水力発電設備を設置する場合、高圧配電線に連系できる水力発電設備の出力は、原則として、2,000kW未満である。

高圧連系の場合、余剰電力を電力会社の配電線に流すことが可能(逆潮流あり)である。また逆潮流無しも選択することができる。

例えば、計画している水力発電設備の出力が10kWである場合、低圧受電している場合は、売電できないが、高圧受電している場合は、売電できる。

(2) 電圧変動の検討

a) 適正電圧の維持

発電設備を一般配電線に連系する場合においては、一般家庭等の低圧需要家の電圧を、標準電圧100Vに対しては $101 \pm 6V$ 、標準電圧200Vに対しては $202 \pm 20V$ 以内に維持する必要がある。

しかし、発電設備が連系された場合、発電停止による電圧低下等により系統側の電圧が適正値を維持できない恐れがある。また、逆潮流有りの発電設備が連系された場合には、系統側の電圧が上昇し、適正値を維持できない恐れがある。

更に、交流発電設備を系統に連系する場合、同期発電機については、系統と同じ周波数付近で並列を行わないと極めて大きな突入電流が流れ、また、誘導発電

機についても瞬時的に定格電流の5～6倍の突入電流が流れるため、これにより系統側に瞬間的に電圧低下が引き起こされる。

電圧変動の程度は、負荷の状況、系統構成、系統運用、発電設備の設置点や出力等により異なるため、個別検討を要するが、電圧変動対策が必要な場合は、電圧変動対策のための装置を当該発電設備設置者が設置することが必要である。

ただし、発電所側に設置する電圧変動対策のための装置で対応できない場合には、配電線の新設による負荷分割などの配電線増強を電力会社に行ってもらるか、または専用線による連系となる。この場合は工事の負担金が発生する。

b) 逆潮流による電圧上昇により適正値を逸脱する場合

電力会社では、発電設備を設置していない需要家および逆潮流が無い発電設備設置者を対象として、適正電圧を維持できるように配電系統の電圧調整を行い運用している。

この運用幅は、適正電圧の管理幅12V(標準電圧100Vの場合101V±6V)から、低圧系統の電圧降下6Vおよび柱上変圧器の調整装置(タップ)調整幅2.5Vを引いた3.5Vが一般的である。

この3.5Vで配電系統の電圧調整器の不感帯幅(1～1.5V)と柱上変圧器の電圧降下(1～2V)とを吸収した上で、更に配電線の重負荷、軽負荷パターンの違いを考慮した配電用変電所の送り出した電圧を調整している。

しかし、配電用変電所の送り出し電圧の調整で、逆潮流発生時の電圧上昇分を吸収することが難しい場合は、次の対策が必要となる。

- ・ 発電設備への自動電圧調整装置の設置
- ・ 電圧上昇抑制対策

この対策に費用が発生するため、計画にて検討が必要である。

(3) 短絡容量の検討

短絡容量とは、電力系統に短絡事故等が発生した場合に流れる事故電流の大きさ等を表す数値である。発電設備の連系により系統の短絡容量が他社の遮断機の遮断容量(一般の受電用遮断容量については150MVA)等を上回るおそれがあるときは、発電設備の設置者において短絡電流を制限する装置(限流リアクトル等)を設置しなければならないことになっている。この対策についても費用が発生するため、計画段階において検討が必要である。