比速度 No.1

比速度

比速度 とは、水車の性能を表す指標の一つです。

比速度の小さい水車は、高落差に適しており、

比速度の大きい水車は、低落差に適している、という特性があります。

比速度の定義は、次のようになります。

「水車の比速度とは、その水車と幾何学的に相似なもう一つの水車を仮想し、 この仮想水車を、単位落差(1 [m]の落差)のもとで運転させ、単位出力(1 [kW]の出力)を発生するような寸法としたときの、回転速度のことを言う。」

少し難しいですよね・・・

このことを言い替えてみると、次のようになります。

「水車のランナを相似のまま縮小し、

落差 1[m]で 1[kW]の出力を発生させる回転速度のことを比速度と言う。」

ランナとは水車の回転する部分、回転体のことです。

各水車の比速度

各水車の大まかな比速度の範囲は次のようになります

	水車	比速度	落差
<i>小さい</i> ↑	ペルトン	15~25	高落差向き
比速度	フランシス	70~350	中落差向き
↓ <i>大きい</i>	プロペラ (カプラン)	250~1000	低落差向き

表を見ると、

ペルトン水車の比速度は小さく

プロペラ水車の比速度は大きいことがわかります。(*1)

したがって、

比速度の小さいペルトン水車などは 高落差に適し、

比速度の大きいプロペラ水車などは 低落差に適している、と言えます。(*2)

比速度の公式

比速度の公式は次のようになります。

公式

比速度の公式 (*3)

 $Ns = N \times \frac{\sqrt{P}}{H^{\frac{5}{4}}}$

Ns: 比速度

N: 定格回転速度

P: 出力

H:有効落差

ここでの 出力 P は、

ペルトン水車では ノズル1個当たり、

反動水車では <u>ランナ1個当たり</u> の出力になります。

この公式を $N_{
m Ns}=N_{
m N} imesrac{P^{rac{1}{2}}}{H^{rac{5}{4}}}$ と表示する場合もありますが、

 $\sqrt{P} = P^{\frac{1}{2}}$ であるため 同じ内容になります。

注釈

(*1)

比速度について、ギヤ付き(変速機付き)自転車を例にして説明します。

低いギヤ(例えば1速)のとき、ペダルは軽い力で漕ぐことが出来ます。 ただし、

この時、ペダルの1回転に対して進む距離は短くなる。

つまり、ペダルは軽い力で漕げるが、進む距離は少なくなります

高いギヤのときは、ペダルを強い力で漕がないと、自転車は進みません。 ただし、

ペダルの1回転に対して進む距離は多くなる。

つまり、ペダルを強い力で漕がないといけないが、進む距離は多くなります。

比速度が小さいとは、ギヤ比が高い状態 比速度の大きいとは、ギヤ比が低い状態、に当てはまります。

ペルトン水車など

比速度の小さい水車は、大きな力をかけないと 水車を回すことができないが 1 回転で大きな出力を発生させることができます。

プロペラ水車など

比速度の<mark>大きい</mark>水車は、小さな力で水車を回すことができるが 1回転で発生させる出力は小さくなります。

比速度の小さいペルトン水車などは、

水車を回すのに大きな力が必要なため高落差に適している。

比速度の大きいプロペラ水車などは、

水車を回すのに小さな力で充分なため低落差に適している、と言えます。

(*2)

高落差に適しているとは、

高いところから水を落とさないと、水車がよく回らないことを意味しています。 つまり、**高落差**に適しているとは 水車を回すのに大きな力が必要ということ。

高落差に適している水車を低落差で運用すると、水車は十分に回転しません

低落差に適しているとは、

低いところから水を落としても、水車がよく回ることを意味しています。 つまり、**低落差**に適しているとは 水車を回すのに小さな力で充分、ということです。

低落差に適している水車を高落差で運用すると、水車の回転速度は上がり過ぎてしまいます。

(*3)

 $\mathrm{H}^{\frac{5}{4}}$ は、4 回掛けると H になる数字 を 5 乗する ことを意味しています。

例として $16^{\frac{5}{4}}$ を解いてみましょう

4 回掛けると 16 になる数字 は 2、2 を 5 乗する と 32 になります ($2^5 = 32$)

$$16^{\frac{5}{4}} = 32$$