

Chapter 3 配管抵抗

by ほろ酔いオヤジ 2019/0528

1. 配管抵抗とは

配管抵抗にはパイプの中を水が流れる時に発生する摩擦力と、水を動かし始める時の慣性抵抗の二つがある。一定の水が流れていることを前提にすれば慣性抵抗は無視できるのでここでは考えない。いきなり数式で恐縮だが、配管抵抗を表すダルシーワイズバッハの式というのがあるので紹介する。ここでパイプ内の流速を流量 Q (m³/sec)、パイプの内径を D (m)、長さを L (m) として、摩擦損失 Δh (m) は下式で表される。(ダルシーワイズバッハの式より)

$$\Delta h = 0.0827 \times \lambda \times \frac{L}{D^5} \times Q^2 \quad (1)$$

ここで λ は、管摩擦係数という定数である。

この式から摩擦損失は

- ・ 管摩擦係数に比例して大きくなる
- ・ パイプの長さに比例して大きくなる
- ・ パイプの内径の 5 乗に比例して小さくなる
- ・ 流速（流量）の二乗に比例して大きくなる

ということが言える。

2. 配管抵抗の計算

管摩擦係数 λ を表す式として実験的に求められたブラジウスの式というのがある（乱流域）。

$$\text{乱流域（レイノルズ数 } Re:3000 \sim 10000 \text{）では } \lambda = 9.43 \times 10^{-3} \times \left(\frac{Q}{D}\right)^{-\frac{1}{4}} \quad (2)$$

$$\text{層流域（} Re \text{ が } 3000 \text{ 以下）では } \lambda = 64/Re \quad (3)$$

とされる。 Re （レイノルズ数）は乱流、層流を判断する指標であるが、パイプの直系 D (m)と流量 Q (m³/sec)より

$$Re = 1.27 \times 10^6 \times Q/D \quad (4)$$

で計算できる。ちなみにパイプ内径16mm、流量15Liter/minでは $Re=19800$ となり乱流状態である。

ここで水平に置かれた長さ100mのパイプの管摩擦抵抗を計算してみよう。流量は $Q=1.67 \times 10^{-3}$ m³/s (100 Liter/分)とする。管の内径は16mm、20mm、30mm、40mmの4種類とする。



計算結果を表1に示す。管径16mmでは損失が非常に大きく、管径を大きくすることで損失が劇的に下がることがわかる。大きな流量を遠方に流す場合には管径に注意を払う必要がある。

表1

パイプ内径		16mm	20mm	30mm	40mm
レイノルズ数	Re	132556	106045	70697	105728
管摩擦係数	λ	0.01659	0.01754	0.01941	0.01756
管摩擦損失	Δh (m)	364.9	126.4	18.4	1.6