小型低比速度遠心式ポンプに関する研究 ボリュート形状がポンプ性能に及ぼす影響 A study on small low specific speed centrifugal pumps Effects of volute shape on pump performances

学 〇大浦 龍 (摂南大) 小田 靖久 (摂南大) 正 堀江 昌朗 (摂南大)
Ryu OURA, Yasuhisa ODA, Masaaki HORIE, Setsunan University, 17-8 Ikeda-nakamachi, Neyagawa-shi, Osaka

1 緒 言

吐出量が少なく、高い圧力が必要となる低比速度の条件において一般的に容積型ポンプが使用される。しかし、このような条件においても構造が簡便な遠心式ポンプが望まれる場合が少なくない。しかし、低比速度における遠心式ポンプの使用は作動流体の粘性の影響を強く受けるため効率は低く、また、一般的な設計法の適用が困難であることが知られている。本研究では小型低比速度遠心式ポンプの効率の向上と設計法の確立を目的とし、ボリュートと羽根車の形状のマッチングについて実験を行い、ポンプ性能について調査した。

2 実験装置および実験方法

本実験装置は、供試ポンプ、リザーバ、絞り、圧力計、電磁流量計から構成されている。ポンプ内部の羽根車は回転式トルク測定器を介し、外部モータを用いて回転させ、ポンプの上流と下流に設置された圧力センサにより差圧を測定し、ポンプの下流側に設置された電磁流量計により流量を測定した。作動流体の粘性は $\mu=0.9, 3.0, 6.0\text{mPa}\cdot\text{s}$ の3種類を使用した。また、作動流体の粘性を一定に保つためにリザーバにて温度管理を行った。

Fig.1 は本実験で使用したボリュートと羽根車の概略を示している。ボリュートの形状は一般的な対数螺旋状の Type A, Type B と流路の容積が同じでボリュート直径 D_v が53mmの同心円とした Type C, ボリュート部の容積を小さくした D_v が44mmの Type C の3種類ボリュートを用いて実験を行った。羽根車は外形 d_2 が40mm, 内径 d_1 が21mmのクローズドタイプで、(a)は後向き羽根、(b)は放射状直線羽根、(c)は前向き羽根であり、それぞれの羽根入口、出口角度 β_1, β_2 は図中に記した値とし、羽根入口・出口高さ $b_1=b_2=5\text{mm}$ とした。ポンプ入口・出口の内径は10mmとした。なお、回転速度は

Fig.1 Outline of closed impeller and volute

1750rpm に設定し、最高効率における比速度は100~260、機械レイノルズ数 Re_M は11,000~102,000である。

3 ボリュート形状がポンプ性能に及ぼす影響

Fig.2 はそれぞれのボリュートを用いたときの羽根車の違いによる無次元流量 ϕ 、無次元圧力 ψ および効率 η を示している。ここで(a)~(c)はボリュート、プロットマークは羽根車の形状を示している。また作動流体は水を使用した。ポンプ圧力はボリュート形状に関わらず、 β_2 が大きくなるにつれて理論揚程が増すために圧力は高くなるが、右上がりの不安定な圧力特性は示さなかった。Type A のボリュートの場合、流量の増加に伴う圧力の低下割合が大きい、Type B, C は割合が少ない結果となった。ポンプ効率は前向き羽根が低い傾向を示したが、ボリュート容積が最も少ない Type C では羽根車形状に関わらず、効率は上昇した。なお、 ϕ と ψ は次式で与える。

$$\phi = \frac{Q}{2\pi(d_2/2)^2 b_2 \omega} \quad \dots (1), \quad \psi = \frac{P}{\rho(d_2/2)^2 \omega^2} \quad \dots (2)$$

Fig.2 Pump performance

4 結 論

- ・同心円状のボリュートを用いた場合、羽根車の形状に関わらず流量の増加に伴う圧力の減少はゆるやかになる。
- ・ボリュート容積が小さい場合、羽根車の形状に関わらず効率は高くなり、ほぼ同じ値となった。