

# 公益財団法人 荏原 畠山記念文化財団 2020 年度研究助成報告書（概要）

## インデューサ付き遠心ポンプの最適化設計

大阪工業大学 宮部正洋

### 1 緒言

本研究では、産業用ポンプを対象としてポンプ効率を高く維持したまま、吸込性能向上とキャビテーションサージの抑制を両立するインデューサの設計パラメータを最適化する設計手法を提案することが目的である。性能バランスが取れたインデューサを迅速に設計するため、重要な設計パラメータを4つ抽出して多目的最適化手法を適用し、インデューサを設計、製作して性能試験および内部流れの計測を行い、ここで示す手法が有効であることを検証した。

### 2 インデューサの最適化手法と実験方法

比速度  $240(\text{m}, \text{m}^3/\text{min}, \text{min}^{-1})$  の産業用のインデューサ付き渦巻き遠心ポンプのインデューサを対象として、形状作成に ANSYS DesignXplorer を、流体計算に CFX を用いて最適化を行った。設計流量における揚程と効率は、Baseline の性能を維持する設定とした。キャビテーション性能に関しては、Baseline ポンプが 5% 揚程低下するキャビテーション係数における揚程が最大になるように設定し、加えてキャビテーション体積が最小になるように設定した。また、インデューサ直前の位置において、チップ側での軸方向平均流速が Baseline と同等になるように設定した。最適化を行うために前縁形状に着目し、4つの設計パラメータ（スイープ角、スイープ半径、入射角およびソリディティ）を抽出し、形状が崩れないように注意してパラメータの変化を制限する範囲を設定した。最適化前後のポンプについて  $Q-H$  性能、キャビテーション性能、入口圧力変動と周波数分析、PIV による入口逆流の計測およびキャビテーションの可視化試験を行って比較した。

### 3 結言

(1) 最適化によって得られた設計パラメータの推奨値は以下の通りである。

Sweep angle;  $30\sim 60^\circ$  , Sweep radius; インデューサチップ半径の  $55\sim 65\%$ , Incidence angle;  $2.0\sim 2.3^\circ$  , Solidity;  $1.70\sim 1.85$

(2) 吸込性能向上について

Sweep radius の寄与度が大きい。これを大きくすることで、インデューサ翼端前縁での相対速度が減少し、圧力低下が抑制される。そのため、キャビテーションが発生しにくくなり、吸込性能が向上する。

(3) 低流量におけるキャビテーションサージの抑制について

低流量域でのインデューサ前縁からの逆流規模を抑制することでキャビテーションサージの発生範囲を縮小することが可能となる。Sweep radius を大きくすることで吸込性能は向上する一方で、入口逆流が発生しやすく、規模が大きくなるため、インデューサチップ半径の  $55\sim 65\%$  で設計することが望ましい。また、入射角は小さく、 $2.0\sim 2.3^\circ$  の範囲で設計することが望ましい。