

動圧浮上遠心血液ポンプの多円弧軸受性能向上へ向けたニューラルネットワークによる形状探索

*¹東京理科大学大学院創域理工学研究科機械航空宇宙工学専攻, *²産業技術総合研究所, *³株式会社エイゾス

佐藤 翔*^{1,2}, 小阪 亮*², 河尻 耕太郎*³, 迫田 大輔*², 西田 正浩*², 早瀬 仁則*¹

Sho SATO, Ryo KOSAKA, Kotaro KAWAJIRI, Daisuke SAKOTA, Masahiro NISHIDA, Masanori HAYASE

1. 目的

我々は、Bridge to Decisionを使用目的とした、動圧浮上遠心血液ポンプの開発をしている。従来モデルでは内円筒に多円弧軸受を設け、ラジアル方向に支持をしている。しかし実験を行うと、内円筒に血栓が発生するという問題があった。そこで内円筒を除去し、インペラ外縁部に軸受を設けた。本研究ではニューラルネットワーク(NN)を用いて、効率良く軸受剛性と溶血特性に優れた血液ポンプの軸受形状を探索した。

2. 方法

まず、数値流体力学(CFD)解析を用いて、NNに学習させるための形状と評価指標がセットになった複数のデータを作成した。入力項目には、多円弧軸受の溝形状である溝本数(4~18本)、溝深さ(0~250 μm)、軸受隙間(20~250 μm)の3つを設定し、出力には軸受剛性とDI(Damage Index)値の2つを設定した。

CFD解析から得られた学習データで、NNの学習を実施した。学習済みのNNを用いて、まず形状探索を実施し、次に、得られた最適モデルの軸受剛性を評価するため、インペラのラジアル変位計測を実施した。最後に、最適モデルの溶血特性を評価するため *in vitro* 溶血試験を実施した。

3. 結果・考察

評価指標が未知の9,360個の軸受形状から、軸受剛性とDI値のNNによる予測値を図1に示す。図1のパレート上のモデルの中から、HH320(従来)よりも軸受剛性が大きくDI値が最小であるモデルHH341(最適)と、軸受剛性も

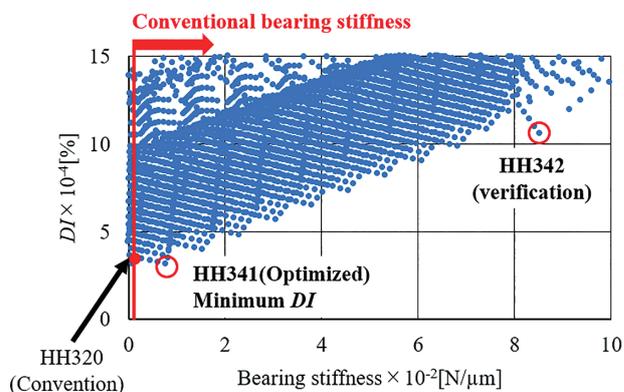


図1 最適モデルの抽出

DI値も大きいHH342(検証用)を抽出した。

ラジアル変位計測の結果、公転半径がHH320では16.3 μm 、HH341では8.7 μm 、HH342では5.2 μm となり、NNで出力された軸受剛性が大きい順に公転半径が小さくなった。

溶血試験では溶血指数(NIH)がHH320で 0.018 ± 0.009 g/100 l、HH341で 0.012 ± 0.003 g/100 l、HH342で 0.053 ± 0.014 g/100 lとなった。HH320のNIHに対して、HH341は0.7倍、HH342は3.0倍となり、HH342はHH320よりも溶血特性に優れていることがわかった。

4. まとめ

NNを使った最適形状の探索により、HH320よりも公転半径が0.5倍、NIHが0.7倍に改善したモデルHH341が得られた。

利益相反の開示

河尻耕太郎は株式会社エイゾスの創業者・研究開発部長である。その他の著者には規定されたCOIはない。

■ 著者連絡先

東京理科大学大学院創域理工学研究科機械航空宇宙工学専攻
(〒278-8510 千葉県野田市山崎2641)
E-mail. 7522527@ed.tus.ac.jp