

平坦な圧力特性を有する低比速度右心室補助遠心式血液ポンプ

氏名: 堀江 昌朗 (ほりえ まさあき)
 学部: 理工学部
 学科: 機械工学科
 職階: 准教授
 連絡先: ※下段、お問合わせ先をご参照ください。

研究の概要

低比速度の血液ポンプの設計は、作動流体が血液であることや発生圧力と流量の仕様が極めて特殊であるために、一般的な遠心ポンプの設計法による設計は困難であった。特に右心室補助ポンプは左心室補助ポンプと比較して血流量は同じであるにもかかわらず、発生圧力が僅か 1/4~1/5 程度の 25~35mmHg であるため、成人の血流量範囲の 4~8l/min において左心室ポンプの回転数を落として使用することは最適であるとはいえない (図 1)。しかし、臨床においては左心室用ポンプを右心室に使用する例が報告されているが、患者の身体的負担が大きいことが予想され、右心室に適したポンプ開発が望まれている。

担当者等はこれまで TerumoHeart 社の成人用左心室補助血液ポンプ DuraHerat と同様の構造を持つ磁気浮上式遠心血液ポンプに関する研究を行ってきた。このポンプのインペラはケーシング内で完全磁気浮上し回転するが、今日の高い磁力を持つ永久磁石や制御に関する技術力の向上により、小型で効率の高いポンプの開発が可能となってきた。そこで、次世代の血液ポンプの設計指針を明らかにするために、成人および小児用の磁気浮上式遠心血液ポンプに関して数値解析を行いポンプ特性と流れ特性と効率の向上方法についての研究を行っており、成人用の左心室補助血液ポンプの諸形状がポンプ特性に及ぼす影響を明らかにしてきた。これらの左心室用血液ポンプの研究結果を基に、現在、成人の血流量範囲において右心室の圧力を維持することが可能な右心室補助遠心血液ポンプの基礎研究を行っている (図2)。本研究では、右心室疾患患者に適用できる小型で安全な血液ポンプの開発を目的としているが、この設計技術をさらに広く一般性を持たせるために、低比速度、低機械レイノルズ数領域で高い性能を有するポンプ設計法を明らかにしたいと考えている。

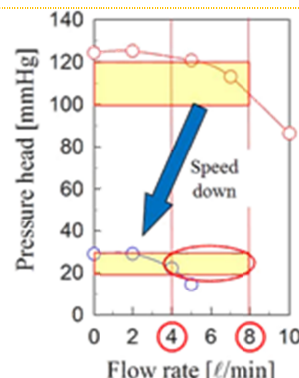


図1 ポンプ特性

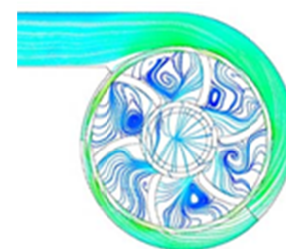


図2 ポンプ概略

特長・効果	<p>右心室補助に適したポンプの開発は一般的なポンプ設計法による設計が困難であるために、ほとんど研究が行われていない。この原因として、成人の血流量範囲において右心室に適した発生圧力を維持することが困難であることがあげられる。また、一般的には低比速度領域での運転に適したポンプは容積型であるためであるが、容積型では構造上、流体を搬送するために密閉部が必要となり赤血球を破壊し、溶血や血栓が生じてしまう可能性が高くなる。しかし、容積型よりも構造が簡便なターボ型ポンプが低比速度、低機械レイノルズ数領域で高い効率で使用することができるようにポンプ設計法が拡張されたならば、右心室用補助血液ポンプを開発することだけでなく、広く流体機械分野の発展に寄与することができる。</p>
利用・用途	<ul style="list-style-type: none"> ・成人の血流量範囲において右心室に適した低い圧力を維持できる右心室補助血液ポンプとして利用が可能である。 ・高粘度の流体を取り扱う一般的な工業用提訴比速度ポンプとして応用が可能である。

【関連資料・特許・文献・参考事項】

1. Nojiri C, Kijima T, et al. Development of terumo implantable left ventricular assist system (T-ILVAS) with a magnetically suspended centrifugal pump, J Artif Organs, 1999,2:3-7
2. Akamatsu T, Tsukiya T, et al. Recent Studies of the Centrifugal Blood Pump with a Magnetically Suspended Impeller, Artificial Organs, 1995, 19(7):631-634
3. Ogami Y, Matsuoka D, Horie M, Computational Study of Magnetically Suspended Centrifugal Blood Pump (The First Report : Main Flow and Gap Flow), IJFMS, Vol.3, No.2, April-June 2010, 102-112