218 磁気浮上式遠心血液ポンプの流の研究

-ポンプケーシング内の圧力分布-

A Study of the flow on magnetically suspended centrifugal blood pump

- The distribution of pressure in pump casing -

○学 山本 眞比人 (摂南大院)

正 赤松 映明

Masahito YAMAMOTO, Graduate School of Setsunan University, 17-8 Ikedanaka-cho Neyagawa Osaka
Teruaki AKAMATSU, Setsunan University

To examine the stability of magnetically suspended impellers in the centrifugal blood pump, we measure pressure distributions on the casing wall near the outer and inner edge of the impeller. Then, we analyze and compare force vectors due to pressure.

Key Words: Blood pump, Distribution of pressure, Pump characteristic

1. 緒言

心臓移植を必要とする患者の僅か数%しか、その恩恵を受けられないのが現状で移植心臓の数は、絶対的に不足している。そこで長期間連続使用可能な人工心臓が必要になり、当磁気浮上遠心血液ポンプは、それに答えようとするものである。血栓形成を防ぐために軸シール部を排除し代わりに磁気軸受を設けることでインペラーを完全非接触で浮上回転させる。

このポンプにおいてインペラー周方向に沿ってディフューザ内の圧力分布に不均一があったり、動作流体のインペラーからの流出に不均一があると回転中心の変位やふれまわり運動が大きくなり溶血量や磁気軸受の消費電力を増加させ、激しい場合にはディフューザ壁との接触さらには浮上位置制御不能を招く恐れがある。

そこで本実験では、ポンプのより安定な動作を目指して、まず、ポンプケーシング内の圧力分布を調べ、ポンプ特性との関連を明らかにする。

2. 磁気浮上式遠心血液ポンプの構造

磁気浮上式遠心血液ポンプは磁気軸受部、モーター部、ポンプ部から構成されており、インペラーは磁気軸受部とモーター部からの磁力によりポンプケーシング内で完全非接触で回転しているが、インペラーがモーター部と磁気軸受部に挟まれた構造をしているためにポンプ内の流れを測定することは容易ではない。

そこで、磁気軸受部をなくし代わりに円板を取り付け半導体圧力計によりポンプケーシング内の圧力分布を測定する。

当ポンプでは、ダブルボリュート構造を採用することでインペラーに働く半径方向の力のつり合いを計ってはいいるが、実際には不釣り合いがあり、その程度を圧力分布の測定によって明らかにしようとするものである。

Fig.1 と Fig.2 にポンプの構造とダブルボリュートを示す。

Fig.1 Schematic view of the pump

Fig.2 Double Volute

3. 実験装置及び実験方法

本実験では Fig.3 に示すような回路でポンプを運転し、モーターの回転数(rpm)、ポンプ流量(L/min)を変化させたときのポンプ出入口での圧力(mmHg)とポンプ内の圧力分布を測定した測定点と座標系は Fig.4 の通りである。ただし、 θ の正の方向はインペラーの回転方向である。

Fig.3 Experimental Apparatus

Fig.4 Pressure measuring disk

Fig.5 Impeller

4. 実験結果及び考察

インペラーの内周と外周の圧力分布を360度に亙り測定し、供試インペラーには Fig.5 に示す 7s と 7s2 を用いた。なお動作流体には水を使用し温度を38度にし、モーター回転数を1500rpm、2000rpm、2500rpm の場合について実験した。

Fig.6 に流量係数 ϕ が0、0.023、0.04 の各インペラーに対する圧力分布図を示す。これらよりケーシングの舌部付近において圧力が急激に変化しており、7s インペラーの方が安定していることがわかる。

Fig.7 に圧力がインペラー外周面ならびに内周面に作用するとみなして圧力による合力をベクトルで表す (2000rpm)。

流量によりインペラーに作用する合力ベクトルの方向が変わり、これも7sの方が7s2安定していることがわかる。

しかし、7sの羽形状は効率が低く、流体工学的に好ましいものではないが、安定でしかも効率のよい形状を追求することは今後の一つの課題である。

インペラーの安定化を測るためインペラーの半径方向の変位をレーザーセンサーで測ってはいるが、この圧力測定はより簡便な方法と考えている。

 $\phi = 0$

 $\phi = 0.023$

 $\phi = 0.04$

Fig.6 Diagram of pressure

Fig.7 Vector diagram

5. 結言

今回圧力計を用いてポンプ内の圧力分布を測定したが、今後より詳細な圧力分布を求めるためにケーシング壁面及びポンプ出入口において絶対圧力の測定を行い、ポンプ内の流れを解明していきたい。