

3Dプリンタを用いて作製した血液ポンプによる性能評価に対する検討

*¹横浜国立大学大学院工学府システム統合工学専攻, *²産業技術総合研究所, *³横浜国立大学大学院工学研究院

根岸 匠*¹, 西田 正浩*², 迫田 大輔*², 小阪 亮*², 丸山 修*², 百武 徹*³

Takumi NEGISHI, Masahiro NISHIDA, Daisuke SAKOTA, Ryo KOSAKA, Osamu MARUYAMA, Toru HYAKUTAKE

1. 目的

血液ポンプ開発において効果的に3Dプリンタを用いることを目指し、3Dプリンタを用いて作製した血液ポンプのポンプ特性および血液適合性を調査した。

2. 方法

同一形状で作製方法の異なる2つのインペラを対象とした。1つは金型射出成形品 (MERAモノピボット遠心血液ポンプ, 以下Prod), もう1つは3Dプリンタ成形品 (以下3D) とした。まず, 模擬循環回路においてポンプの圧力流量特性, および変位センサを用いてインペラの回転位置を計測した。回転数は1,000~5,000 rpmまで500 rpm刻み, 流量は0~10 l/minまでの1 l/min刻みとした。次に, 模擬循環回路においてウシ保存血を用いて *in vitro* 溶血試験を行った。圧力は100~300 mmHgまでの100 mmHg刻み, 流量は4 l/min, 試験時間は4時間とした。

3. 結果および考察

圧力流量特性は3DとProdでほぼ一致し, 最大で5%の誤差であった。また, インペラの回転位置について, 3DはProdと比べ, 高回転時に大きく沈み込んでいた。これを反映し, 3DのNIH (normalized index of hemolysis) はProdと比べ, 100 mmHgにおいて1.4倍, 200 mmHgにおいて3.0倍, 300 mmHgにおいて18.8倍となった (図1)。実験後, 3Dのピボット軸受を観察すると, 100, 200 mmHgの軸受には変化が見られなかったが, 300 mmHgの軸受には摩耗痕が見られ, 血栓が付着していた。この結果より高揚程 (高

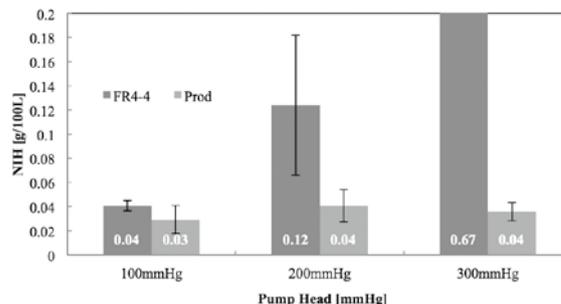


図1 溶血試験の結果

回転) 時にインペラが沈み込み, ピボット軸受と接近したことにより, 溶血量が増加したと考えられた。

4. まとめ

3Dプリンタを用いて作製したモノピボット遠心血液ポンプのインペラは, 金型射出成形品である製品と比較して, 圧力流量特性を5%の誤差をもって再現した。また, 溶血性能を100 mmHgにおいて28%の誤差をもって再現したが, 揚程が増加するほど, インペラが沈み込むことにより溶血量が増加し, 溶血性能を再現できないことがわかった。

5. 独創性

3Dプリンタを用いて作製した血液ポンプを製品と比較することで, 血液ポンプ開発における3Dプリンタの有用性を示した。

本稿のすべての著者には規定されたCOIはない。

■ 著者連絡先

横浜国立大学大学院工学府システム統合工学専攻
 (〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台79-1)
 E-mail. negishi-takumi-sf@ynu.jp