

## 拍動同期制御における回転数上昇タイミングの最適化と自動制御法の開発

福島大学共生システム理工学研究科

神保有紀, 田中明, 吉澤誠, 白石泰之, 山家智之, 本村禎

Yuki JIMBO, Akira TANAKA, Makoto YOSHIZAWA, Yasuyuki SHIRAIISHI, Tomoyuki YAMBE, Tadashi MOTOMURA

### 1. はじめに

拍動同期制御において収縮期に回転数を上げる co-pulse 制御では, 心室の仕事量を増やす効果が期待できる。しかし, R波のタイミングで回転数を上昇させるだけでは十分な効果を得られない可能性がある。そこで, 本研究では拍動タイミングが左心室の仕事量に与える影響を調査するとともに, ポンプの消費電流と回転数を用いた最適なタイミングを維持する制御法の開発を目的とした。

### 2. 方法

まず, ハイブリッド模擬循環系を用い, Gyroポンプ (Medtronic社) と EVAHEART (株式会社サンメディカル技術研究所) を対象として, 回転数上昇のタイミングをR波に対し  $-300\text{ ms} \sim 300\text{ ms}$  の範囲で  $25\text{ ms}$  刻みに変化させた際の左心室の一拍の仕事量  $SW$  と回転数変化時の消費電流の2階微分値を計測し, 遅れとの関係を調べた。

次に, Gyroポンプを対象として, 回転数と電流変化を用いて最適な遅れを維持する制御を試みた。

### 3. 結果と考察

$SW$  は, R波より早く回転数を上昇させたときに極大となった。また, 極大となる遅れ時間はポンプの回転数応答速度によって異なっていた。すなわち, co-pulse 制御ではポンプごとに同期タイミングを調整する必要がある。また, 回転数上昇時の消費電流の2階微分値の平均値  $\bar{\eta}$  と  $SW$  との間には負の相関があった。したがって,  $\bar{\eta}$  の値が低値と

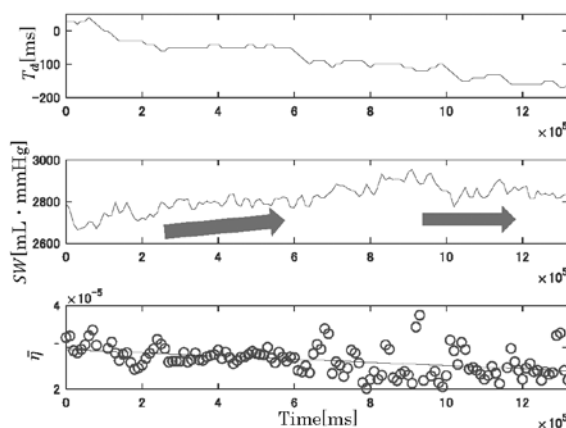


図1 制御結果

なるタイミングを維持することで  $SW$  を高値に保つ制御ができる可能性がある。

図1は,  $\bar{\eta}$  が低値となるようにR波からの遅れ  $T_d$  を自動調節した結果の例である。制御開始後  $T_d$  は徐々に減少し, およそ  $1,000\text{ s}$  付近で仕事量がほぼ最大となるタイミングに収束した。

### 4. まとめ

co-pulse 制御の心室への効果が最適となる回転数変化のタイミングがポンプごとに異なる可能性が示唆された。また, ポンプパラメータを用いて最適なタイミングを調整する可能性が示された。

### 利益相反の開示

本村 禎: [役員・顧問職] Evaheart, Inc. 代表取締役  
その他の著者には規定されたCOIはない。

### ■ 著者連絡先

福島大学共生システム理工学研究科  
(〒960-1296 福島県福島市金谷川1番地)  
E-mail. rec.yuki.14@gmail.com