

## 解 説

## 油空圧機器技術振興財団論文顕彰について\*

眞田 一志\*\*

\* 平成 29 年 6 月 10 日原稿受付

\*\*横浜国立大学大学院工学研究院, 〒240-8501 神奈川県横浜市保土ヶ谷区常盤台 79-5

## 1. はじめに

このたび、油空圧機器技術振興財団論文顕彰を受賞したことは、まったく思いがけず、誌上をお借りして関係者各位に心よりお礼申し上げます。本稿では、受賞対象論文「DDVC 方式燃料噴射装置による船用ディーゼルエンジンの噴射量制御」<sup>1)</sup>の概要を紹介する。

## 2. 研究概要

オイルタンカーなどの大形船舶に対する排気ガス規制の厳格化に伴い、燃料噴射装置の改良も行なわれてきた。エンジン燃焼室に燃料を噴射する燃料噴射装置として、従来から広く用いられてきた方式は、カムとリンクを介して燃料噴射ポンプを押下することで燃料を加圧し、燃料噴射を行なう機械式である(図 1) 機械式の燃料噴射装置は、基本的に、エンジン出力軸の回転に同期しており、制御の柔軟性の観点から電子制御化が進められている。そのひとつの方式に、コモンレール式(図 2)がある。船舶用の大形のエンジンに合わせるため、コモンレールも大形化するとともに、燃料噴射に伴う圧力脈動に対する制御精度の向上策などの複雑な制御が求められる。そこで、著者は、Direct Drive Volume Control (DDVC) 方式の燃料噴射装置(図 3)を提案し、燃料噴射量の制御方式の有効性を、シミュレーションにより明らかにした。

DDVC 方式燃料噴射装置は、図 3 に示すように、回転数制御された固定容量形油圧ポンプで油圧シリンダを駆動し、ピストンが燃料ポンプを押下して燃料を加圧することで、燃料を噴射する装置である。機械式燃料噴射装置のカムとリンクからなる機構部を、電気信号で制御できる DDVC 方式の油圧シリンダで置き換えた構成である。

油圧ポンプを駆動する AC サーボモータに加える電圧信号は、図 4 に示すように、正負の符号が切りかわる矩形信号とする。横軸は、クランク角を表し、720 度で 1 サイクルの場合の電圧信号を表している。正の電圧が加わるとピストンが伸び、燃料ポンプを押下する。電圧が負の場合は、ピストンをもどすことで燃料圧力を下げ、燃料噴射を停止する。電圧信号の符号を正から負に切り換えるクランク角 $\theta_s$ が、噴射停止角である。本論文では、電圧の振幅は 5V として一定とし、噴射停止角を変えることで燃料噴射量を調整する。燃料噴射量の目標値に対して、噴射量をフィードバックし、偏差に比例ゲインを乗じた結果にもとづいて、噴射停止角を増減させる。燃料噴射量の比例制御と呼ぶことができるが、噴射停止角の更新が燃焼サイクルごとに行なわれること、ならびにエンジン回転数に応じてサイクルの周期が変化することが、制御周期一定の制御手法と異なる特徴である。

以上を考慮した数学モデルを作成し、シミュレーションを行ない、燃料噴射量の比例制御を行なったときの応答を求めた。図 5 に、エンジン回転数が 300rpm の場合について、駆動電圧、ピストン変位、シリンダヘッド圧力、燃料圧力の時間応答を示す。また、図 6 に、燃料噴射量、噴射停止角の更新値、および噴射停止角を示す。燃料噴射量の目標値は 1g (一回の噴射あたり) とした。はじめのうちは、噴射停止角が不足するために燃料が噴射されていないが、噴射停止角が更新されるにつれて、燃料噴射量が増加し、目標値に到達することがわかった。

## 3. おわりに

受賞論文の概要を紹介した。本研究は、東京海洋大学の伊藤先生、章先生との交流から端を発しており、

多くの刺激を受けることで進めることができた。誌上をお借りして、心より、感謝の意を表す。また、一連の研究に携わってくれた研究室の学生の皆様にも、御礼を申しあげる。

### 参考文献

- 1) 真田一志：DDVC方式燃料噴射装置による船用ディーゼルエンジンの噴射量制御，日本フルードパワーシステム学会論文集，Vol.47，No.3，p.15-21(2016)

### 著者紹介



さなだ かずし

真田 一志君

昭和 61 年 3 月東京工業大学大学院理工学研究科修士課程制御工学専攻修了。昭和 61 年 4 月東京工業大学助手，平成 10 年横浜国立大学工学部生産工学科助教授，平成 13 年横浜国立大学大学院助教授，平成 16 年横浜国立大学大学院教授，現在に至る。日本フルードパワーシステム学会などの会員。博士(工学)。

E-mail: sanada-kazushi-sn@ynu.ac.jp

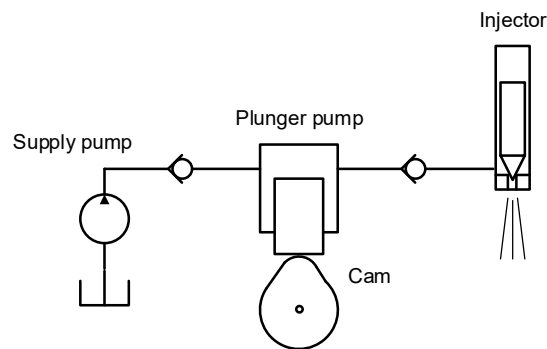


図 1 機械式燃料噴射装置<sup>1)</sup>

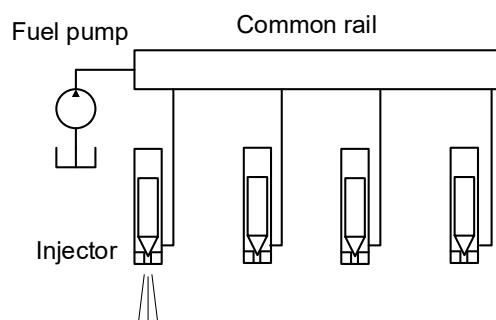


図 2 コモンレール式燃料噴射装置<sup>1)</sup>

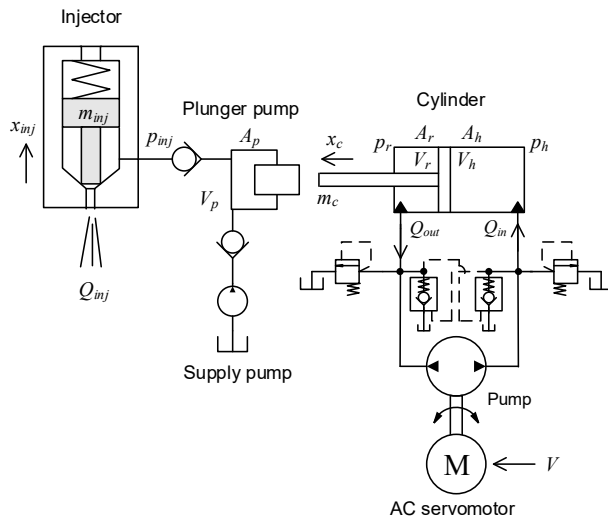


図 3 DDVC 方式燃料噴射装置<sup>1)</sup>

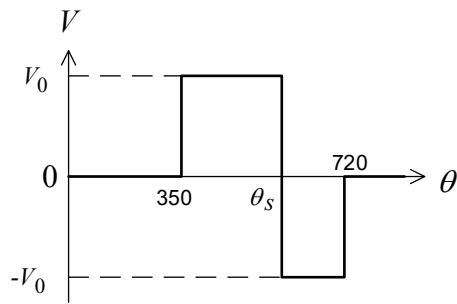


図 4 AC サーボモータ駆動電圧<sup>1)</sup>

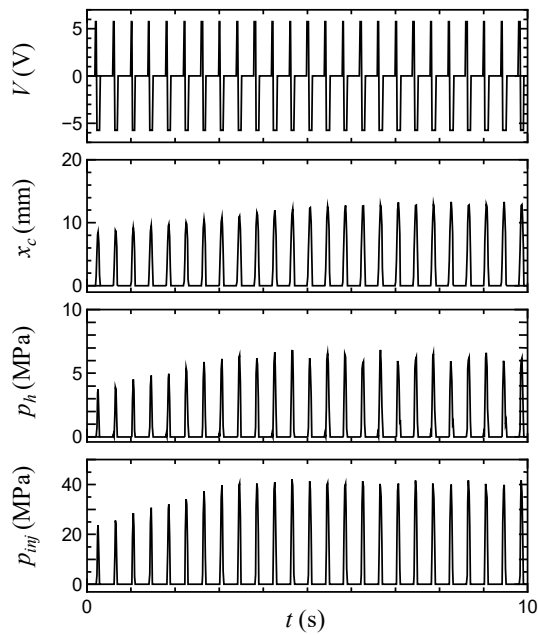


図 5 シミュレーション結果（上から駆動電圧，ピストン変位，ヘッド圧力，燃料圧力）  
（エンジン回転速度 300rpm）<sup>1)</sup>

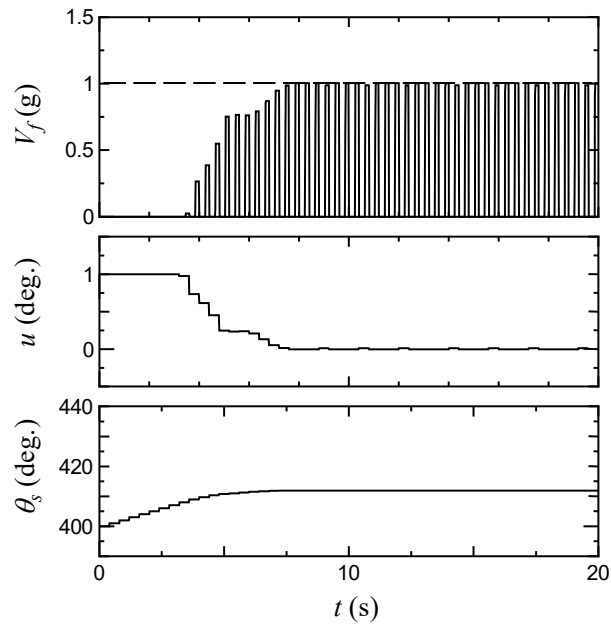


図 6 シミュレーション結果（燃料噴射量，停止角更新値，噴射停止角）  
（エンジン回転速度 300rpm）<sup>1)</sup>