The Study about the Nozzle Performance Improvement of the Ship Propulsion Equipment by Continuous Pulse Combustion

学 ○平野 剛士 (神戸大)

正 道脇 昭 (神戸大)

正 坂本 雅彦 (奈良高専)

正 葛原 道久 (神戸大)

正 林 光一 (青山学院大)

学 佐藤 彬 (神戸大)

Takeshi HIRANO, Kobe University, 1-1, Rokkodai-cho, Nada-ku, Kobe

Michihisa TSUTAHARA, Kobe University

Akira MICHIIWAKI, Kobe University

Koichi HAYASHI, Aoyama University

Msahiko SAKAMOTO, Nara National College of Technology

Akira SATO, Kobe University

1 緒 言

近年、海上交通手段の高速化のニーズが高まり、またエネルギーの効率的利用が求められている中、本研究では連続パルス燃焼により生じた高压ガスをを用いた新しい船舶用推進装置を提案している。これは水中に高压ガスを連続的に噴出させ水流を加速し、その反動を推進力として利用するものである。高速航行時においては既存のスクリュープロペラによる推進装置と比べ、機構が単純で信頼性がある、低燃費、キャビテーションによるエロージョンの心配がないなどの点で優れている。これまでの研究においてより大きな推進力を得るためには、高压ガスによって水流を効率的に押し出す必要があり、そのためにノズル内に強制的に水を流入させた場合の推進力増大効果について調べた。

2 実験装置・方法

2-1 推進力測定方法

本研究ではパルスデトネーションエンジン(PDE)およびその制御システムを製作し実験に用いた。実験装置は主にPDE燃焼管および推進力を効率的に得るためのノズル、推進力を測定するための測定部で構成される。燃焼管は内径22mm、外径25mm、全長1750mmのステンレス鋼管である。ノズルは全長370mm、全幅142mm、高さ137mmの下部開放型のものを用い、その側面は内部の気液流動の観察が可能なようにアクリル製、アルミ製ノズル壁の二面はそれぞれの角度が可変である。

燃焼は燃焼管内で空気・酸素・プロパンを混合させ、スパークプラグにより連続的に点火し燃焼させる部分的予混合拡散燃焼で行った。燃焼管における断続的な燃焼によってパルス状に生じた高压ガスを直接水中に噴出し、反力をノズルによって回収し推進力を得る。推進力の測定はステンレス棒にひずみゲージを貼り付け、ステンレス棒の一端をノズルに固定し、ノズルが推進力を得て変位した際に起こるステンレス棒の曲げモーメントによるひずみを推進力に換算した。また同時に高速度カメラによるノズル内の撮影を行い、高压ガスが水中に噴出する様子と推進力との相関関係を調べた。

2-2 推進力増大効果

より大きな推進力を得るため、ポンプによってノズル内に水を強制的に流入させつつ通常通り連続パルス燃焼を行い、水の流入量が推進力に及ぼす効果を調べ考察した。

3 実験結果及び考察

水の強制的流入の効果を Fig.1 に示す。○は水流がある場合でのPDEの総推進力、●は○から(PDEのみ+水流のみ)を引いた水流による推力増大効果分である。また高速度カメラによるノズル内の撮影結果を Fig.2 に示す。すべての場合において、水を強制的に流入させると推進力の増大効果が確認できた。流入する水の流量が増えるにつれ合計の推進力は増加するが、水の流入による推進力増大効果は $0.25\text{m}^3/\text{min}$ を過ぎると減少に転じている。高速度カメラの撮影からは、推進力を効率的に得るためには高压ガスの噴出先が水で満たされていること、気泡を排出するのに十分な流速が確保されていることが必要だと考えられる。

4 結 言

連続パルス燃焼による船舶用推進装置のノズルにおいて、ノズル内に水が流入することにより推進力が増大する効果が確かめられた。

Fig.1 Effect of water flow

Fig.2 Flow pattern in the nozzle