

環境に配慮した製品・技術

(1) ガスタービンによる船用コンバインドサイクルシステム

● はじめに

船用分野における環境規制への取り組みの一つとして、硫黄分を含まず、重油に比べ燃焼による NO_x （窒素酸化物）や CO_2 （二酸化炭素）発生量が少ないガス燃料の利用に関心が高まっています。

ガス燃料を使用する機関にはいくつかありますが、中でもガスタービンは排ガス温度が高いことから、陸用発電用ガスタービンプラント等で排ガスから熱回収を行うコンバインドサイクルが実用化され、熱効率の高いシス

テムが実現されています。

このような背景から、当社では、陸用分野で使用しているガスタービンを用いて船舶のプロペラ駆動用への利用について検討を行いました。

本検討においては当社既存のガスタービンでガス燃料を使用して、排熱ボイラ+蒸気タービンによるコンバインドサイクルシステムを設計し、解析により性能評価を行いました。

● ガスタービン性能

当社既存の 1471 kW 出力のポンプ駆動用 2 軸ガスタービン（図 1）において、ガス燃料使用により液体燃

料（A 重油）に対し排気ガス中の NO_x は約 40%、 CO_2 は約 30%低減することが確認されました（図 2）。



図 1 ガスタービン外観

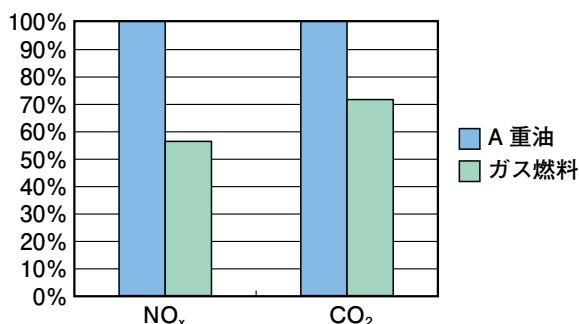


図 2 排気エミッション比較

● 船用コンバインドサイクルシステム性能

仕様設計したコンバインドシステム（図 3）において、蒸気タービンの出力は 809 kW となり、既存ガスタービンの 1,471 kW に対し出力が約 1.5 倍、すなわち熱効率が 1.5 倍のシステムとなり、同出力の重油焚きディーゼルエンジンに対し NO_x や CO_2 排出量が少ない、優位性をもつシステムとなり得ることが検証されました。

● 今後について

今後も、船舶分野における環境負荷低減に貢献できるよう、船舶へのガスタービン利用について検討を継続してまいります。

なお、本検討には、国土交通省「次世代海洋環境関連

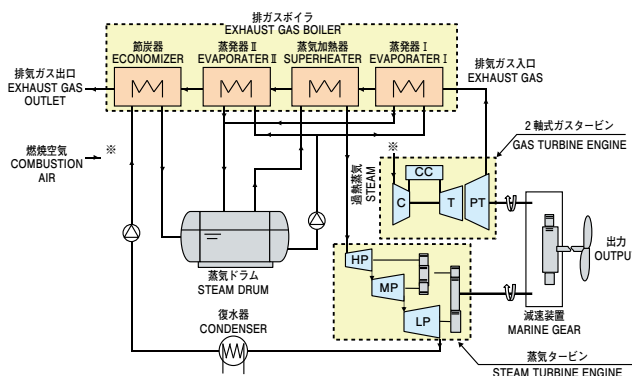


図 3 コンバインドサイクルシステムフロー図

技術研究開発」の補助対象事業、日本海事協会との共同研究として、支援を受けて開発した要素技術を利用しています。ここに記して心から謝意を表します。



(2) 船用デュアルフューエル機関制御システムの開発

● はじめに

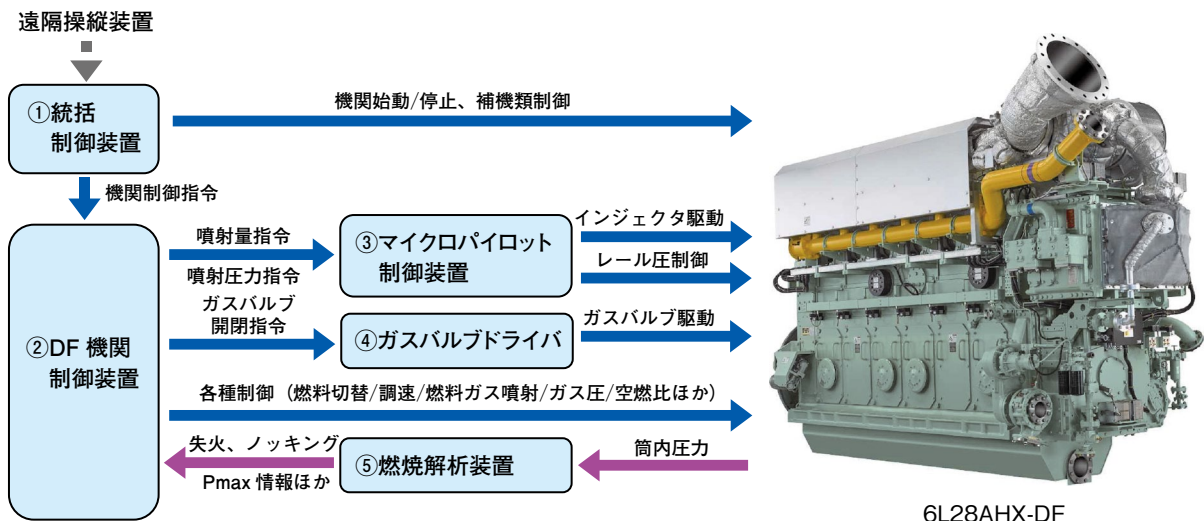
年々厳しくなる環境規制への取り組みの一つとして、当社は国内他社に先駆けて、船用デュアルフューエルエンジン 28AHX-DF を開発し、国内タグボートへの納入を皮切りに世界の市場への展開も進めています。一方、

このエンジンには当社が長年培ってきた発電用ガスエンジン制御のノウハウを凝縮、またさらに発展させた制御システムが搭載されています。

● 制御システムの概要

DF 制御システムは下図のような構成になっており、比較的負荷変動の少ない目的地への移動航行や負荷変動の激しいタグ作業などさまざまな運転状況下において、

最適なエンジン性能を担保するためのきめ細かい制御機能が搭載されています。



①統括制御装置

遠隔操縦装置からの指令を受け、エンジンの統括制御を行う装置で、エンジンの始動/停止制御、プライミングポンプ、冷却水など補機類の制御、システム全体のモニタ、状況に応じたDF機関制御装置への制御指令を行います。

②DF機関制御装置

エンジンの詳細な制御を行う装置で、燃料の切り替え移行制御、調速、燃料ガスの噴射量制御、燃料ガス圧制御、空燃比制御、給気温度制御、Pmax（燃焼最高圧力）、気筒間バランス制御、ノッキング抑制制御などを行います。また、着火用のマイクロパイロット制御装置に対してマイクロパイロット燃料油の噴射量、噴射時期、噴射圧力を指令します。

③マイクロパイロット制御装置

DF機関制御装置からの指令を受け、マイクロパイロット燃料油の噴射圧力（コモンレール圧）を制御するとともに、適切な燃料噴射期間を算出し、インジェクタを駆動します。

④ガスバルブドライバ

DF機関制御装置からのガスバルブの開閉信号を受け、ガスバルブに対して駆動電流を出力します。

⑤燃焼解析装置

シリンダ毎に付けられた筒内圧センサからの信号を受け、燃焼状態の解析を行い、失火、ノッキング、Pmax（燃焼最高圧力）等を検出しDF機関制御装置へ送ります。

● 今後について

前記のような制御システムを構築することにより、最適なエンジン性能を引き出し、また、当社のZペラ制御システムとの融合により、エミッションを低く抑えた環境にやさしい推進システムを実現しています。

船用デュアルフューエルエンジン 28AHX-DF には、

国土交通省の「船舶からのCO₂削減技術開発支援事業」の補助対象事業、および日本海事協会の共同研究事業、日本財団の助成事業による日本船舶技術研究協会との共同研究として支援を受けて開発された要素技術の一部を使用しております。ここに記して心から謝意を表します。

(3) CO₂ 排出量を 20 分の 1 で実施した大型 ZP 推進装置の要素試験

● はじめに

近年の技術革新や深海での油田発見により、オフショア船の運用は浅海から深海へと進出しつつあり、オフショア船は必然的に大形化されていくと考えられています。このニーズに答えるべく、当社では最大機種となる Z 形推進装置『ZP - 52CP』の開発を決定しました。

この新型機のコンセプト、「推力の増加と小型軽量化」を実現するため、有限要素法（以下 FEM）を活用し、個々

の部品はもちろん、各部品が組み合わされた状態での総合的な弾性変形までも考慮した強度評価を行い、その評価の妥当性を検証するために駆動系の実負荷試験を実施しました。



ZP-52CP

● 実負荷試験装置と省エネ

負荷試験の方法には、動力吸収式と動力循環式の 2 通りがあります。動力吸収式は、駆動機から入力された動力が供試体を介してブレーキ等の負荷で熱として外気に放散されるので、試験動力相当のエネルギーを消費します。これに対し、動力循環式では、動力が負荷発生装置と供試体と伝達装置の間で循環するので、その所要動力は摩擦や潤滑油攪拌に伴う機械損失分のみであり、消費エネルギーが著しく小さい試験方式となります。

従い、本開発では、試験の内容と目的を踏まえ、動力循環方式の実負荷試験装置を選択し、自社設計しました。

ちなみに、伝達動力 3,300 kW の動力吸収方式を基準に、動力循環式の費用と CO₂ 排出量の比較を表 1 に示します。

動力循環式の場合は駆動機も小さく、汎用品のモータとインバータが選択できて、負荷装置も不要となるので、装置の費用が抑えられました。また、試験時の CO₂ 排出量は 20 分の 1 にまで大幅に削減される結果となりました。

● ZP - 52CP 諸元

実負荷試験の終了後、試作機による各種機能試験、計測を実施し、最終的な設計の妥当性が確認され、推力を向上しつつ、小型軽量化を図るという当初の開発目標を達成することができました。なお、目的達成の手段として、部品点数の低減を実現したことから、旧モデル対比で生産性や整備性の改善が図れたことも大きな成果となっております。

● 今後について

この度、「推力増加と小型軽量化」の両立によって環境影響の改善された新機種と、その開発プロセスにおける実負荷試験でも環境負荷を大幅に低減して開発を進め



動力循環式実負荷試験装置

表 1 試験におけるコスト及び CO₂ 排出量の比較

コスト比率	動力循環式	動力吸収式
イニシャル	51	100
ランニング*1	1	16
計	52	116
CO ₂ 排出量 [tCO ₂]*2	34	654
駆動機	電動モータ	ディーゼル機関

* 1 : 運転時間は、歯当たり回数が ISO 歯車強度基準である 10⁷ 回に達する時間とする

* 2 : 温室効果ガス排出量算定・報告・公表制度より

型式名		ZP-51CP (Previous Model)	ZP-52CP (New Model)
Max Input Power	KW (HP)	3089 kW (4142HP)	3356 kW (4500HP)
Input Speed	min ⁻¹	750	800
Bollard Full	ton	105	110
Prop. Diameter	mm	3200	3200
Kort Nozzle Type	—	19A	19A
Steam Length	mm	4635	4080
Weight	ton	66	54

ZP-52CP 諸元

ることができました。当社は今後も、お客様のメリットと環境負荷をより低減できる商品作りに取り組んでまいります。



(4) SCR 搭載の水産高校実習船受注（福島県）

● はじめに

ディーゼルエンジンから排出される窒素酸化物（ NO_x ）の規制が年々厳しくなっており、IMO（国際海事機関）では船舶から放出される NO_x の規制が強化され、2011 年以降に建造される船舶には 2 次規制（1 次規制より 15～22% の削減）が、また 2016 年以降に建造され、かつ排出規制海域（ECA）を航行する船舶には 3 次規制（1 次規制より 80% の削減）が課されています（図 1）。

● SCR の概要

ディーゼルエンジンの 3 次規制の NO_x 削減は、一般的には SCR（Selective Catalytic Reduction、選択式還元触媒）と呼ばれる排気ガス後処理装置を使用しますが、原理としては排気ガス中（高温）に還元剤（尿素水）を噴霧、混合して、尿素水をアンモニアに変換し、下流の触媒上で一酸化窒素とアンモニアを反応させ、無害の窒素と水蒸気に変換（脱硝）する方法です（図 2）。

● 新潟原動機 SCR の取り組み

当社では、これまで多くの陸用発電プラントに SCR を納入した実績があり、船用ディーゼルエンジンに対応する SCR の技術開発は、20 年以上前から着手してきました。その後 1995 年建造の実船に搭載され、現在も稼働しています。

これらの実績を活かし、2013 年に NO_x 3 次規制に対応した船用 SCR の商品化に至っています。

SCR 搭載の水産高校実習船受注（福島県）

この度、水産高校実習船福島丸代船の主機関 6M34BFT（1,471 kW、 290min^{-1} ）と SCR システムを受注しました。 NO_x 3 次規制に対応した SCR 搭載の船としては、国内初の受注となります。

先頃、当社工場にて各種確認運転が行われ、IMO NO_x 3 次規制鑑定を取得しました。

● 今後について

今後も、環境に優しく経済性にも優れた SCR システムをお客様に提供してまいります。

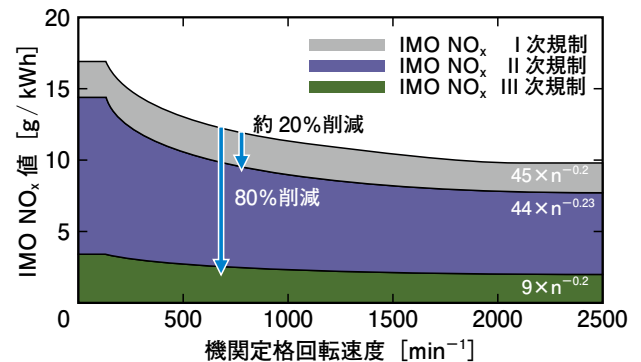


図 1 NO_x 規制値

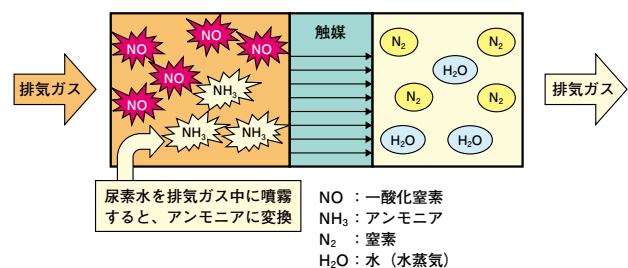


図 2 SCR の原理

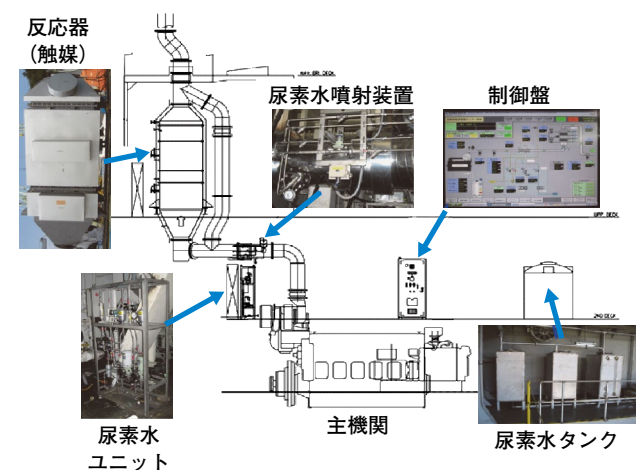


図 3 SCR システム船内配置レイアウト（一例）