

【日本機械工業連合会会長賞】

二段過給船用中速ディーゼル主機関 (6EY26W)

ヤンマー株式会社
大阪府大阪市

1. 機器の概要

船舶に使用される中速ディーゼル機関においては、生涯コストという観点から、燃料消費率が重要視されている。加えて、温室効果ガスに代表される規制にも後押しされ、更なる燃料消費率の低減要求がある。内航海運では、コンパクトな中速ディーゼル機関の低燃費化を要望する状況もある。

そこで、国際海事機関（IMO）の窒素酸化物（NO_x）規制対応で確立したミラーサイクルと高圧力比過給機の組み合わせを更に進化させ燃料消費率を低減するシステムの開発を行った。これまで以上に吸気弁を閉じる時期を早め（ミラー度を高め）、一段過給では成し得ない圧力比を確保する為に過給機2台と空気冷却器2台を直列に並べるシステムとした。

ミラー度を高めることによる技術課題に関しては、機関の性能シミュレーションを実施することで様々な検討を行い克服した。その結果、高圧段過給機と低圧段過給機の圧力比配分も最適化でき、高圧段過給機に導入する排気を動圧過給方式にすることも決定した。

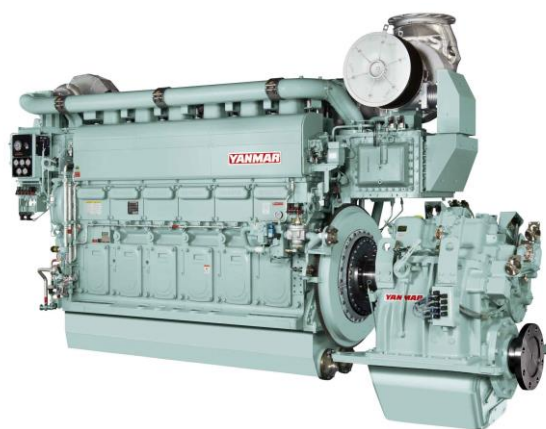


図1. 機器の外観

各機器の配置は、船舶への搭載性を考慮し、過給機と空気冷却器のセットを機関クランク軸方向の両端に各々配置し、それをつなぐ給気管を操縦側に配置、排気管はその反対側にまとめることで従来機並の全高全幅を確保した。

高ミラーサイクルと動圧二段過給システムの組み合わせは、バルブ等の特別な機器や電子制御を用いずに成り立たせたことで、高い信頼性と従来同等の耐久性を有しており、C重油での運転も可能となっている。

2. 機器の技術的特徴および効果

2.1 技術的特徴

2.1.1. 二段過給

熱効率を向上させる為、ミラーサイクル（吸気弁を早く閉じる）を採用し、今まで以上に吸気弁を早閉じにすると吸入ストロークが短くなり機関に取り込める空気量が減少する。この短い期間に空気を機関内に押し込んで必要空気量を確保する為、圧力比の高い過給機が必要となる。

一方で空気を圧縮（過給）した結果として空気の温度が上昇する為、過給機の高圧強度に対する制約により、これまで以上の圧力比の増加は難しい。この課題を克服し、更なる圧力比アップを実現する手段として二段過給システムを採用した。二段過給システムは、低圧段過給機と高圧段過給機の2つの過給機を有しており、必要とする圧力比をそれぞれの過給機が分担する事で各々の圧力比レベルを低く抑えることが出来る。

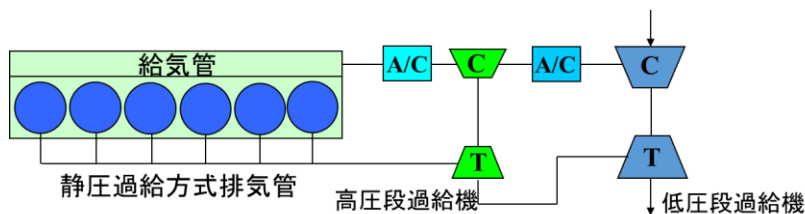


図2. 静圧二段過給

2.1.2. 動圧過給

過給方式としては、高出力時の過給機効率を重視して静圧過給方式を採用することが多い。これに対し、本開発機関では、排出ガスの脈動（各気筒から出る排出ガスの圧力）をなるべく落とさずに過給機に導くことができる、動圧過給方式（機関の排出ガスが最初に通る過給機入口が2本）を採用した。

より早く吸気弁を閉じる為、低負荷、低回転域での排気色が悪化し、過渡応答（加速）性能も悪化するが、動圧過給方式を採用することで低負荷での過給機回転数を上昇させ、低負荷域での性能改善および加速性能改善ができた。加えて、最も使用する実用負荷域である75%付近の燃費が最低点となるマッチングとすることができた。また、可変バルブタイミング機構やウエストゲートバルブ、給気バイパスなどの付加システム無しで性能を達成できた意義は大きい。

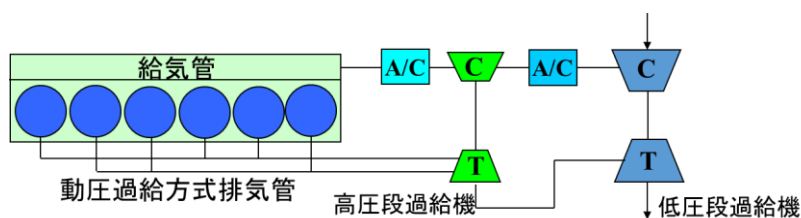


図3. 動圧二段過給

2.1.3. 過給機両端配置

二段過給システムのレイアウトについては、船舶への機関の搭載性、メンテナンス性を考慮し、機関のクランク軸方向両端に低圧段過給機と高圧段過給機を配置（両端配置）する構造とした。

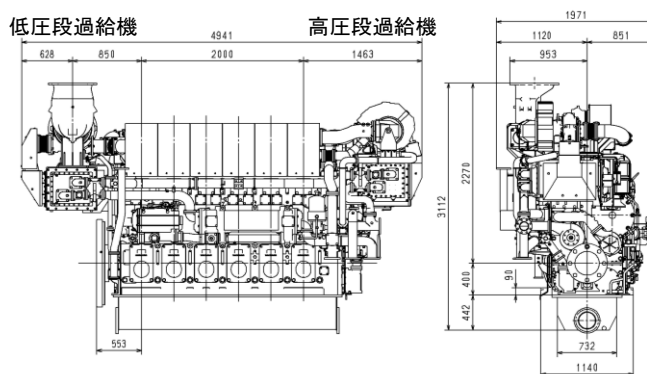


図4. 過給機の配置

2.2 効果

IMOの規制するNO_xの2次規制を達成する基準で、従来機と比べ使用域全域での燃費低減が実現できた。実用域では、3.8～5.8%の燃費低減を達成した。

初号機は、C重油運転にて現在まで4年を超えトラブルも無く順調に運行している。就航2年目と4年目の2回、

主要部の解放点検を実施し、従来機と遜色ない整備性で結果も良好であった。

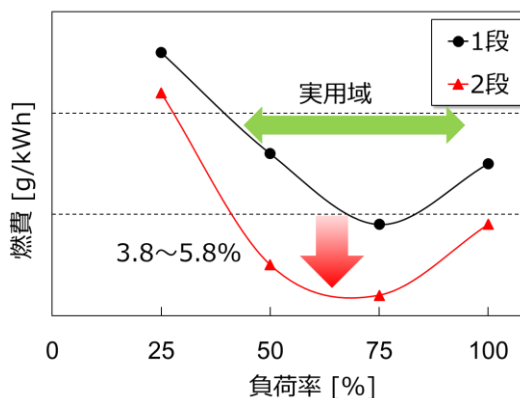


図5. 燃料消費率

3. 用途

2014年10月より、内航海運のケミカル製品を輸送するタンカーの主機関として使用されている。本開発機関は内航海運の船の主機関として、初号機を含め2隻が運航中、現在2隻が建造中である。また、1隻が海外漁船として運航をしている。