

新型ディーゼル機関 25AHX の環境対応技術

Technologies for Reducing Greenhouse Gas and Air Pollutants in New Medium-Speed Diesel Engine "25AHX"

三 村 敬 久 株式会社 IHI 原動機 技術センター RE 製品開発部 加 藤 尚 次 株式会社 IHI 原動機 技術センター RE 製品開発部 グループ長

地球温暖化防止をはじめとした地球環境の改善として、二酸化炭素(CO_2)を代表とした温室効果ガスの削減およびカーボンニュートラルへの取組みが急務である。地球温暖化防止への取組みとして、株式会社 IHI 原動機 (IPS) は代替燃料対応機関、ハイブリッドおよび電気推進システムを実用化してきた。また一方で温室効果ガスの削減に加えて、窒素酸化物 (NO_x) をはじめとした大気汚染物質の削減も引き続き必要である。IPS は地球温暖化防止に直結する燃料消費率(燃費)を従来機関よりも改善しつつ、 NO_x を現状の国際海事機関 (IMO) Tier II 規制よりも約30%低減し、中国船舶排ガス規制に対応した 25AHX 機関を開発した。今後、本機関がベースとなり、カーボンフリー燃料焚き機関としても展開する予定である。本稿では本機関での NO_x 低減および燃費削減の技術とその効果について紹介する。

As efforts for environmental conservation including global warming prevention, it is essential to reduce emissions of carbon dioxide ($\rm CO_2$) and other greenhouse gases and take measures toward carbon neutrality. In response to these requirements, IPS has developed and delivered alternative-fueled engines and hybrid electric propulsion systems. In addition to reducing greenhouse gas emissions, it is still indispensable to reduce air pollutants. To satisfy both of reducing greenhouse gas emissions and air pollutants, IPS developed new diesel engine "25AHX," which has reduced fuel consumption and nitrogen oxide ($\rm NO_x$) emissions 30% lower than the International Maritime Organization (IMO) Tier II regulation and complies with Chinese maritime exhaust gas regulations. This engine is planned to be available with other types of fuels including a new carbon-free fuel. This paper reports on technologies for reducing fuel consumption and $\rm NO_x$ in this new engine and their effects.

1. 緒 言

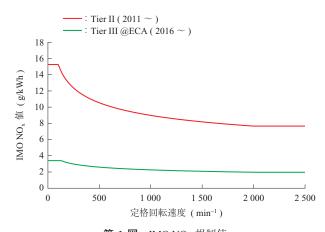
内燃機関は誕生から現在まで進化し続け、その利便性によりさまざまな用途で使われ、世界中に拡大してきた。それによって内燃機関は文明社会の発展や生活水準の向上に大いに貢献してきた。その内燃機関からの排ガスは地球環境に影響を与える温室効果ガス(GHG)と大気汚染物質の両方を含んでいる。その GHG は主に二酸化炭素(CO₂)であり、大気汚染物質は主に窒素酸化物(NO_x)である。

日本国内において公害が社会問題になったのを皮切りに排気排出物を規制する法律や条約が発効されはじめ、ディーゼル機関からの大気汚染物質の NO_x , 硫黄酸化物 (SO_x) , 煤じんについては 1987 年 2 月から規制対象となった(大気汚染防止法).

また、舶用ディーゼル機関では国際海事機関 (International Maritime Organization: IMO) により、2005年5月19日に MARPOL 条約 附属書 VI による NO_x と SO_x の規制が発効された。2023年現在、 NO_x 規制は一般海域では第二次規制 (Tier II)、バルト海や北アメリカの沿岸などの排出規制海域 (Emission Control Area: ECA) では第三次

規制 (Tier III) が適用されている. 第 1 図に IMO による NO_x 規制値を示す.

中国においては、IMO Tier II よりもさらに厳しい船舶用エンジン排出ガス規制 (GB15097-2016)の CHINA II $^{(1)}$ が 2022 年 7 月以降建造の中国内航船に適用された。これにより、 $1\,000\sim2\,000$ kW 未満の機関の NO_x 規制値は IMO Tier II よりも約 30%低く、従来機関でこの規制を満足させる場合には機関の大幅な仕様変更や機器の見直しな



第1図 IMO NO_x 規制値 Fig. 1 IMO NO_x emission limits

どが必要になる.

一方, GHG については 1997 年に京都議定書が採択され, その後 2005 年 2 月に発効され, 気候変動への国際的な取組みが始まった.

これを受け、2018 年に IMO でも GHG 削減戦略が採択され、国際海運に関して 2008 年対比における次の三つの目標を掲げるなど、地球環境の改善に向けて規制は加速的に強化されている。

- ·2030 年までに CO₂ 排出量 40%以上削減
- · 2050 年までに GHG 排出量 50%以上削減
- ・今世紀中のなるべく早い時期に GHG 排出量ゼロ

IPS は 1919 年に国内初の舶用ディーゼル機関を開発し社会情勢に対応するとともに、このような環境規制にも、いち早く対応してきた。2010 年には低 NO_x ,低燃費を実現した環境対応型のディーゼル機関 28AHX($2000 \sim 6500 \, kW$)をリリースし、地球環境の改善に貢献してきた。IPS は近年の地球温暖化の防止に向け、さらなる低燃費と環境規制に対応した新型ディーゼル機関 25AHX を開発した。

本稿では 25AHX 機関の開発において得られた低燃費 化による CO_2 削減および NO_x 低減に関しての技術的知見について述べる.

2. 25AHX 機関の概要

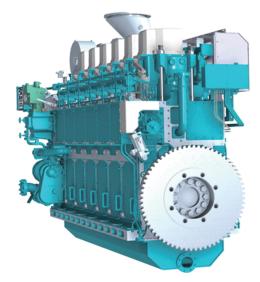
IPS は、以前から舶用主機などで多く採用されている $1\,000\sim2\,000\,\mathrm{kW}$ クラスの HX シリーズ機関に代わる、新たな時代のニーズである環境問題に対応可能な AHX シリーズ機関として $25\mathrm{AHX}$ 機関を開発した。 $25\mathrm{AHX}$ 機関は、 AHX シリーズ機関である $28\mathrm{AHX}$ 機関の開発 $(^2)$ で培った低 $\mathrm{NO_x}$ 技術を応用し、従来機関よりも低燃費で IMO Tier II 規制値からの $\mathrm{NO_x}$ 30%削減を実現させた機関である。 $25\mathrm{AHX}$ 機関の主要目を **第1表**に、6気筒の $25\mathrm{AHX}$ 機関($6\mathrm{L}25\mathrm{AHX}$ 機関)の外観を **第2図**に示す。 HX シリーズからの置き換えを想定した機関サイズ、各部のメンテナンス性の向上にも配慮し、 HX シリーズ機関を 使用いただいているお客さまに対しても使いやすいように 設計されている。

3. 25AHX 機関の性能改善、環境対応

3.1 ディーゼル機関の CO_2 と NO_x の発生と低減方法 GHG である CO_2 は、化石燃料油中の炭素 (C) と空気中の酸素 (O_2) が燃焼することにより生成される。ディー

第1表 25AHX 機関の主要目 Table 1 Main engine specifications of 25AHX

	0 1			
項目	単 位	仕	様	
型式	_	6L25AHX	8L25AHX	
気 筒 数	_	6	8	
最大出力	kW	1 500	2 000	
機関回転速度	min ⁻¹	750		
ボア(シリンダ径)	mm	250		
ストローク	mm	370		
行 程 容 積	L	18.16		
正味平均有効圧力	MPa	2.2		
平均ピストン速度	m/s	9.25		

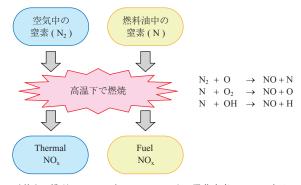


第2図 6L25AHX 機関の外観 Fig. 2 Overview of 6L25AHX

ゼル機関から排出される CO_2 を削減するのに最も効果が大きいのは、アンモニア (NH_3) や水素 (H_2) などのカーボンフリー燃料を使用することやバイオ燃料への置き換えである。また、従来の重油を使用する場合には燃料消費率(燃費)を減らすことである。燃費を低減するには燃烧温度を高くすること、もしくは、燃焼の間、燃焼ガスが高温にさらされている時間を長くすることが有効である。

また、大気汚染物質の一つである NO_x は、燃焼によって空気中の窒素 (N_2) と酸素 (O_2) が化学反応し生成される Thermal NO_x と燃料油中の窒素 (N) と空気中の酸素 (O_2) が化学反応して生成される Fuel NO_x が存在する. ディーゼル機関から排出される NO_x の大部分が Thermal NO_x である、機関の燃焼改善により Thermal NO_x を低減させるには燃焼温度を低下させることが有効である. 第3 図に NO_x の生成メカニズムを示す.

このように、燃費と NO_x では低減時の燃焼温度の改善方向が正反対であることからも明らかなように、燃費低減と NO_x 低減にはトレードオフの関係があることが知られ



(注) 排ガスの NO_x 中、 $90 \sim 95\%$ は一酸化窒素 (NO) である.

第3図 NO_x の生成メカニズム Fig. 3 NO_x generation mechanism

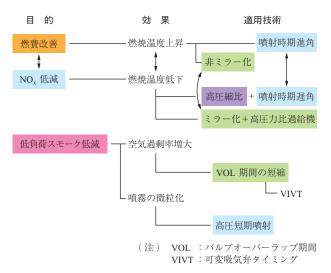
ており、ディーゼル機関において NO_x と燃費を同時に低減させることは技術的に難しい。そのため、燃費と NO_x の最適条件を見いだすことが必要となる。

3.2 25AHX 機関における NO、低減技術

25AHX 機関は 28AHX 機関と同様に低 NO_x , 低燃費を実現させる必要があるため, **第 4 図**に示すように, 28AHX 機関と同様のミラーサイクルに加えて, 高圧力比の過給機および可変吸気弁タイミング (Variable Intake Valve Timing: VIVT)機構を採用した. 以下にこれらの概要を示す.

・ミラーサイクル (吸気弁早閉じ)

ミラーサイクルは、吸気行程中の下死点よりも前で吸気弁が閉じるよう吸気弁閉じ時期(Intake Valve Close Timing: IVC)を進角(早めること)し、吸気弁が閉じた後から断熱膨張させることで下死点における温度が低下するため、圧縮比が一定の場合は圧縮端温度が低下し、それに伴い燃焼温度が低下する



第4図 AHX シリーズ機関の NO_x 低減技術 **Fig. 4** Technology of NO_x reduction for AHX series engine

ことによって NO_x 生成が抑制できる燃焼技術である.

ミラーサイクルを採用すると、ミラーサイクルを 採用していない機関よりも吸気弁の開弁期間が短く なるため、短時間でシリンダ内に十分な空気を供給 できるように高圧力比過給機を選定する必要がある.

· VIVT 機構

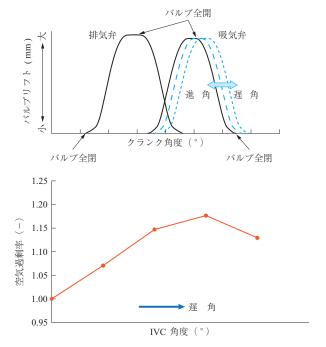
低負荷時において過給機の回転速度が十分ではなく、シリンダ内の空気不足による燃焼悪化が懸念される。そのため、低負荷運転時に最適な吸気弁開閉時期(特に IVC)に切り替えができる VIVT 機構を採用した。この機構は、吸気弁の開弁期間は一定とし、開閉時期の切り替えを可能にする装置である。

3.3 25AHX 機関の IMO 仕様と機関性能

25AHX 機関の機関性能については IMO Tier II を満足させ、燃費を最大限に低減させる必要があるため、1D サイクルシミュレーションによる事前の性能検討を実施した。このシミュレーションにより得られた NO_x は実測値との誤差が大きく、正当な評価が難しい。そのため、シリンダ内最高圧力 (Pmax) と圧縮圧力 (Pcomp) との比率 (Pmax/Pcomp) と NO_x との相関関係に着目した評価 (3) を参考に NO_x 低減の方向付けを実施した。

また、前述したようにミラーサイクルの機関において懸念される低負荷運転時のシリンダ内に充填される空気量不足を改善するため、VIVT機構により低負荷運転時(負荷率25%)にシリンダ内に最も多く空気が充填される吸気弁タイミングに切り替え、燃焼の改善を図る。この低負荷運転時に最適となる条件(空気過剰率が最大となる吸気弁タイミング)を1Dサイクルシミュレーションにより検討した。IVCを遅角(遅らせること)したときの負荷率25%における空気過剰率の変化を第5図に示す。第5図より、空気過剰率が最も高くなるIVC時期が存在し、負荷率25%において空気過剰率が最大となるIVCにすることで最大限の空気量をシリンダ内へ供給できることが分かった。

25AHX 機関の開発では、これらの 1D サイクルシミュレーションによる性能検討を行い、目標性能達成に必要な機関要目、燃料噴射特性、燃料噴射開始時期、吸気弁開閉時期、圧縮比などのパラメータおよび必要となる機関部品および機器の仕様を決定し、試験機を製作した。あわせて、性能調整に必要となるカム軸や燃料噴射系といった試験部品も準備し、性能試験を実施した。なお、IMO Tier II



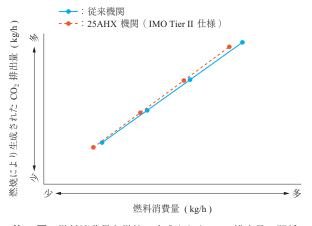
第5図 IVC と充填空気過剰率の関係

Fig. 5 Simulation results of relationship between IVC and trapped excess air ratio

仕様の機関の最終仕様は試験機にて、圧縮比、IVC、燃料噴射開始時期および過給機マッチングなどを変更し、IMO Tier II を満足するように最適に調整し決定した.

第6図に25AHX機関のIMO Tier II 仕様と従来機関の燃料消費量と燃焼によって生成されたCO₂ 排出量の関係,第7図に25AHX機関のIMO Tier II 仕様におけるテストサイクルE3モード(舶用特性)の機関性能と従来機関との比較を示す。この図では、従来機関の定格出力時の性能値を基準とした相対比較として示す。

第6図から燃料消費量と CO_2 排出量とは比例関係にあり、機種に関係なく、ほぼ同じ傾きである。このことは、



第6図 燃料消費量と燃焼で生成された CO₂ 排出量の関係 Fig. 6 Relationship between fuel consumption and emissions of CO₂ generated in combustion

機関に関係なく使用した燃料 1 kg 当たりの CO₂ 排出量は同じであることを示し、燃費の削減量を求めれば、CO₂ の削減量が求められることになる。また、**第7図**から、25AHX 機関はすべての負荷率において燃費が従来機関よりも改善されており、燃費、CO₂ について従来機関と比較して、定格出力(1500 kW)において約7%改善、負荷率 25%において約15%改善が得られた。この燃費性能は2020 年時点での同一の正味平均有効圧力(*Pme*)レベルのエンジンと比較すると、世界でもトップクラスの燃費性能である。

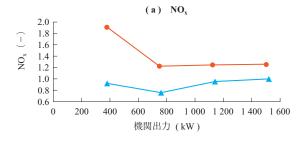
また、全炭化水素 (THC) などの大気汚染物質も大幅に削減した。これは従来機関よりも高い圧縮比にあることに加えて、低負荷域では、過給機が回らず、空気不足気味になるが、VIVT機構により吸気弁の開閉時期は体積効率が最大となるため、低負荷域においても十分な空気が得られている。高負荷域では、過給機が回り、十分な空気量が得られるため、全負荷域において燃焼効率が増加したためであり、28AHX機関と同様、低燃費で良好な燃焼状態を得ることができた。

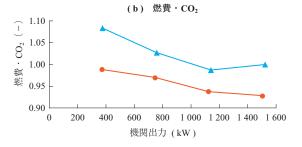
3.4 中国内航船における船舶排ガス規制への対応

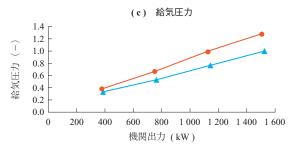
前述のとおり、IMO Tier II よりもさらに厳しい船舶用エンジン排出ガス規制 (GB15097-2016)の CHINA II $^{(1)}$ は IMO による排ガス規制と異なり、機関出力と気筒当たりの行程容積によって規制値が決定され、 NO_x 以外の排ガス成分である一酸化炭素 (CO)、THC、粒子状物質 (PM)も規制対象となる.

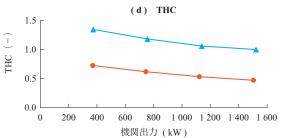
25AHX 機関の場合,定格出力 1500 kW, 1 気筒当たりの行程容積 18.2 L であり, NO_x と THC を合わせた規制値は,7 g/kWh である.この規制値を満足させるにはIMO Tier II 仕様より NO_x 排出率を 30%近く削減する必要がある.**第 8 図**に中国内航船における船舶排ガス規制と IMO NO_x 規制の比較を示す.

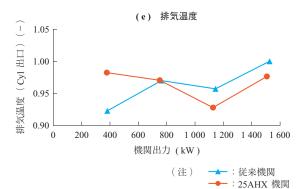
CHINA II 規制対応のため,選択式還元触媒(Selective Catalytic Reduction:SCR)などの後処理装置により,NO_x 排出率を 30%低減させることは可能であるが,船舶の荷室の圧迫(運搬量の減少,船体の拡大),還元剤の使用などを考慮すると,お客さまへの負担だけでなく,環境負荷の増加につながるリスクがある.そのため,25AHX の開発では,NO_x 低減による燃費増加を最小限に抑え,機関単体による燃焼改善で後処理装置を使わずに NO_x 排出率を 30%低減させ,CHINA II 規制を満足させることに取り組んだ.







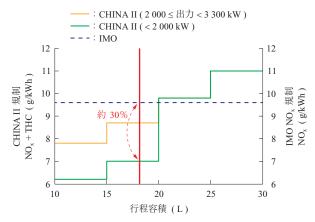




第7図 IMO Tier II 仕様における機関性能比較 Fig. 7 Engine performance comparison in IMO Tier II specification

3.5 NO_x 低減の方法

CHINA II 規制の NO_x 規制値は IMO NO_x 規制と同様にテストサイクルによる NO_x 排出率 (g/kWh) で評価される. 第2表にプロペラ則により運転される推進機関 (E3 モード)の NO_x 排出率評価における重み係数を示



第8図 中国内航船における船舶排ガス規制(CHINA II)と IMO NO_x 規制の比較

Fig. 8 Comparison of CHINA II exhaust gas emission limits with IMO NO_x emission limits

第2表 プロペラ則により運転される推進機関(E3 モード)の NOx 排出率評価における重み係数

Table 2 Weighting factor on NO_x emission rate evaluation in propulsion engine operation according to the propeller law (E3)

負荷率	25%	50%	75%	100%
重み係数	0.15	0.15	0.50	0.20

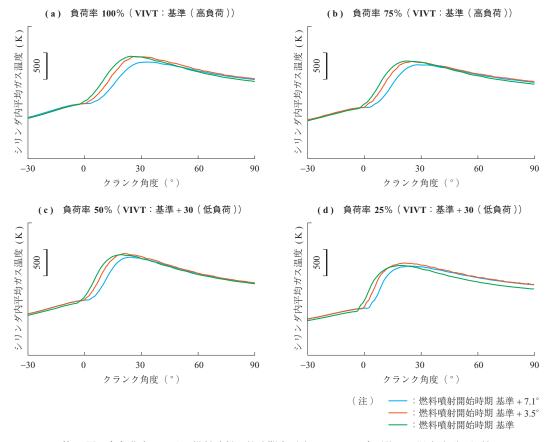
す. 両規制ともに四つの負荷率における NO_x 排出率にそれぞれの重み係数が設定されている. 負荷率 75%および 100%における重み係数はそれぞれ 0.50 と 0.20 とほかの 負荷率と比較して大きいことから,規制値を満足させるには高負荷域の NO_x を低減させた方が効果的である.

次に NO_x 低減に対して有効な手法である燃料噴射開始 時期の遅角と IVC の進角についての詳細をそれぞれ述べる.

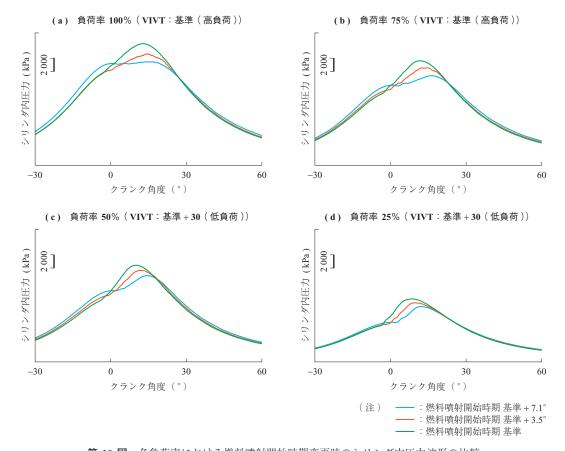
3.5.1 燃料噴射開始時期の遅角

燃料噴射開始時期の変化による燃費、NO_xの変化を調査するため、IMO Tier II 仕様における燃料噴射開始時期から 3.5°、7.1°遅角したときの負荷率 25%から 100%の四つの負荷率における試験を実施した。各負荷率における燃料噴射開始時期を変更したときのシリンダ内平均ガス温度波形の比較を**第9図**に、シリンダ内圧力波形の比較を**第10図**に示す。なお、図中の燃料噴射開始時期は IMO Tier II 仕様を基準としている。

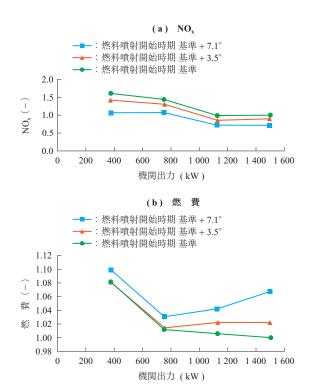
第9図より、すべての負荷率において燃料噴射開始時期を遅角するほど、NO_xが生成される上死点から上死点後30°までのシリンダ内平均ガス温度(燃焼温度)が低くなっていることが確認され、これによりシリンダ内の燃焼状況が大きく変化したものと考えられる。実際に、第11図に示すように燃料噴射開始時期を遅角するとNO_x



第9図 各負荷率における燃料噴射開始時期変更時のシリンダ内平均ガス温度波形の比較 Fig. 9 Comparison of mean cylinder temperature curves when fuel injection timing changed at each load



第 10 図 各負荷率における燃料噴射開始時期変更時のシリンダ内圧力波形の比較 **Fig. 10** Comparison of cylinder pressure curves when fuel injection timing changed at each load



第 11 図 燃料噴射開始時期変更に対する NO_x と燃費への影響 Fig. 11 Changes in NO_x emissions and fuel consumption due to difference of fuel injection timing

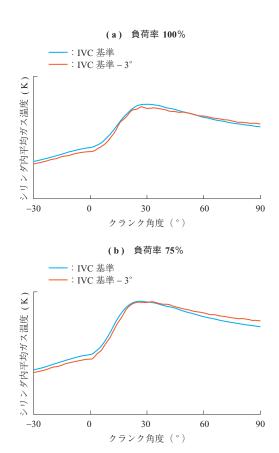
が低減するが、燃費は増加する。とりわけ、燃料噴射開始時期を基準から 7.1° 遅角すると NO_x が 30% 低減され、 CHINA II 規制値を満足するが、負荷率 100% における燃費は約 7% 増加することが確認された。この燃料噴射開始時期が最も遅角したときの燃焼状態としては、**第 10** 図に示すように上死点(クランク角度 0°)から急激な圧力上昇が見られず、等圧燃焼のような様相に変化しており、 Pmax も低くなり、燃焼期間が延びたため、燃費が増加する。このような燃焼状態は機関に対して良好であるとはいえない。

これらの結果から、燃料噴射開始時期を遅角すると NO_x を下げることはできるが、燃費の増加を考慮すると、燃料噴射開始時期を遅角するだけの調整では不十分である.

3.5.2 IVC の進角(ミラーサイクル)

3.5.1 項で示したように燃料噴射開始時期を遅角した場合でも NO_x は低減されるが、これだけでは燃費の視点から最良の性能とはいえない。 IVC の進角によるミラーサイクルの効果をもう少し得るため、高負荷側の IVC を IMO Tier II 仕様における IVC から 3° 進角したときの負荷率 75%、100%における試験を実施した。

本試験で得られたシリンダ内平均ガス温度の波形を**第** 12 図に示す. 第 12 図より, 二つの負荷率ともに IVC が

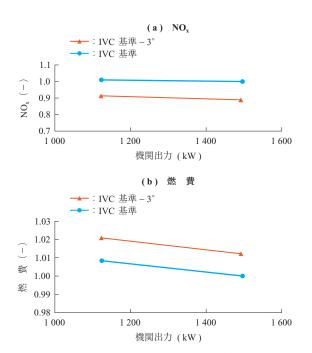


第 12 図 負荷率 100%および 75%における IVC 変更時のシリン ダ内平均ガス温度波形の比較

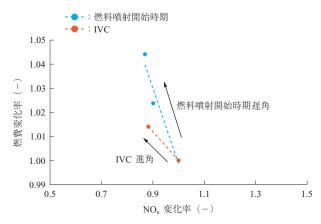
Fig. 12 Comparison of mean cylinder gas temperature curves when IVC advanced

進角すると、上死点付近の圧縮終了時点における圧縮温度が低くなっており、燃焼温度の低下も見られ、ミラーサイクルの効果が強くなった影響が確認できる。この結果、第13 図に示すように NO_x が低減し、燃費は増加する。第11 図と第13 図に示すとおり、燃料噴射開始時期の遅角、および IVC の進角ともに NO_x 低減効果が認められ、また、どちらも燃費の増加が認められ、トレードオフの関係が成立している。それぞれの手法が負荷率 100%における NO_x および燃費に与える影響を第 14 図に示す。第 14 図より、同じ量の NO_x を低減させる場合、IVC の進角は燃料噴射開始時期の遅角よりも燃費の増加度合いが少なくなることが分かる。これらの結果から、IVC を運転可能な範囲で優先的に進角したうえで、 NO_x 規制をクリアできるように燃料噴射開始時期を設定した。

また、負荷率 25%の低負荷は VIVT 機構により吸気弁タイミングをシフトさせ、燃費、 CO_2 および THC などを削減した。このとき、 NO_x + THC が 6.6 g/kWh となり、CO、PM についても CHINA II 規制値を満足した。 **第 15 図**に 25AHX 機関の CHINA II 仕様の性能線図と



第 13 図 IVC 変更に対する NO_x と燃費への影響 Fig. 13 Changes in NO_x emissions and fuel consumption when IVC advanced



第14 図 負荷率 100%における各手法の燃費, NO_x への影響 Fig. 14 Changes in NO_x emissions and fuel consumption due to difference of IVC or injection timing at rated load

従来機関との比較を示す. 第 15 図に示すように CHINA II 仕様においても燃費は従来機関と比較してすべての負荷域において改善され、定格出力における燃費は約 3%低減、負荷率 25%における燃費は約 15%改善、PM についてもすべての負荷域において改善が見られた. なお、給気圧力については 25AHX 機関がミラーサイクルと高圧力過給機を採用していることから、ミラーサイクルを採用していない従来機関よりも高くなっている.

4. 25AHX 機関の燃費, CO₂ 削減効果の評価

25AHX 機関は舶用主機関として、特にタグボートでの

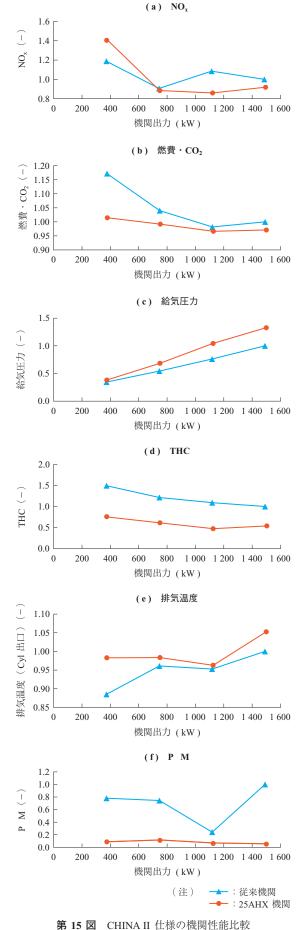
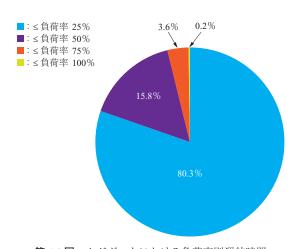
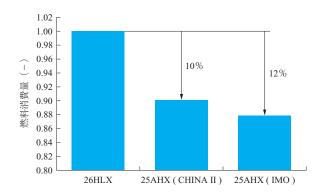


Fig. 15 Comparison of engine performance under CHINA II regulation

採用が期待される。このため、東京湾で稼働するタグボー トの 2021 年 7 月 ~ 9 月の 3 か月間の運航データを分析 し、負荷率別の運航時間を調査した結果から、実際の運用 時における燃費、CO。の削減効果を試算した. 第16図 は調査したタグボートの負荷率ごとの運航時間割合を示し ており、これから全運航時間の約80%が負荷率25%以下 であることが分かる. この結果と第7図および第15図 に示す 25AHX 機関性能の各負荷率における燃費を用い て, 25AHX 機関の IMO Tier II 仕様と CHINA II 仕様, および従来機関 (IMO Tier II) における年間 2 000 時間運 航した場合の燃料消費量を算出し、比較した結果を第17 図に示す. この結果, 25AHX 機関をタグボートに搭載し た場合、IMO Tier II 仕様においては従来機関よりも燃費、 CO, は年間 12%低減, CHINA II 仕様は従来機関よりも NO_x 排出レベルを約 30%低減させた. そのうえで, 燃 費、CO、は年間約 10%の低減が可能であり、お客さまの ランニングコスト低減と CO。削減による地球温暖化対策 への寄与が期待できる.



第 16 図 タグボートにおける負荷率別運航時間 Fig. 16 Percentages of operating time of tugboat in each load range

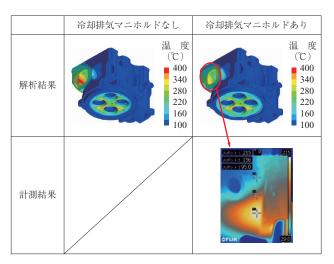


第 17 図 タグボート搭載時の年間燃料消費量比較 Fig. 17 Comparison of annual fuel consumption among tugboats with different engines

5. 実用化に向けた評価(信頼性向上)

第15 図に示すように CHINA II 仕様の 25AHX 機関は従来機関と比較して、排気温度が高くなる傾向があることから、シリンダヘッド、排気マニホルドなどの高温による熱変形などが懸念される。そこで、事前に数値流体力学(CFD)と有限要素法(FEM)により、高温部品の温度レベルを確認して最適形状を検討、採用し健全性を高めている。特にシリンダヘッドの排気ポート部は高温になりやすいため、その対策として、水冷式排気マニホルドを採用した。この水冷式排気マニホルド装着による効果は第18 図のシリンダヘッドの温度計測結果から、実績のある従来機関と同等の220℃レベルに冷却されることを確認した。

25AHX 機関は、耐久試験をはじめとした商品開発試験による検証を重ね、完成度を高めている。第 19 図は耐久運転中の機関の監視状況の一例を示している。自動計測や状態監視を用い、効率的に試験を行った。



第 18 図 CFD と FEM の連成解析結果および実測比較(冷却排気マニホルドの有無)

Fig. 18 Comparison of coupled analysis of CFD and FEM with measurement with or without cooling manifold



第19図 機関状態の監視画面 Fig. 19 Example screen for monitoring engine

6. 結 言

25AHX 機関は AHX シリーズ機関の開発で得られた燃費低減技術および NO_x 低減技術の活用により、世界トップクラスの燃費性能と IMO Tier II 規制よりさらに厳しい CHINA II 規制を満足させた、本稿では 25AHX 機関の開発で得られた低燃費化による CO_2 削減と NO_x 低減に関しての知見を紹介した、これにより性能を確立した 25AHX 機関は従来機関と比べて、定格出力時だけでなく、特に低負荷時の燃費が大幅に改善され、実運用面においても CO_2 削減が期待できる機関である.

なお、25AHX 機関は 2022 年 4 月から販売を開始し、本稿で紹介した CHINA II 仕様にて同年 7 月に中国船級協会 (China Classification Society: CCS) による CHINA II の認証を取得し、多くの問い合わせをいただいている。

現在、各産業分野では CO_2 排出削減のため、バイオ燃料をはじめとしたカーボンニュートラルな燃料、またはアンモニア (NH_3) や水素 (H_2) などのカーボンフリーな燃料への代替のための研究開発が進められている。 IPS でもアンモニア燃料焚き機関の研究開発を進めている。

25AHX 機関は今後の地球温暖化防止を含めた環境性能に対するポテンシャルが高い機関であり、このような代替燃料での運転に対応できるよう、さらに改良を行っていく予定である. IPS は 25AHX 機関をはじめ AHX シリーズ機関をさまざまな用途として、より多くのお客さまのもとへ提供することで、地球環境負荷の低減に励み、さらなる性能改善を目指した取組みを行いながら、持続的な地球環境の改善活動に貢献していく.

参考文献

- (1) GB15097-2016: Limits and measurement methods for exhaust pollutants from marine engines (CHINA I, II)
- (2) 永澤秀明,今井和実,山本英義,加藤尚次,園部邦彦:新しい環境規制に対応した次世代型中速ディーゼル機関 28AHX, IHI 技報, Vol. 50, No. 3, 2010年9月, pp. 84 87
- (3) M. Kawakami et al.: Investigation on reducing NO_x emission of medium-speed diesel engine, 18th CIMAC World Congress, (1989), Paper No. D27