

軽量コンパクトな環境調和型 中速ディーゼル機関の開発

研究・開発機関 : 新潟原動機株式会社
 利用施設 : 社内設備 (ワークステーション)
 計算規模 : 1 ケース数時間程度
 利用ソフトウェア : Creo Simulate、STAR-CCM+

Before

- ディーゼル機関のNOx 排出低減の研究を進め、IMO-NOx二次規制に適合した機関を提供してきました。
- さらなる商品競争力向上のため、性能を改善しつつ、より軽量コンパクトで保守整備が容易な機関開発が求められています。

After

- 構造・流体解析などに3Dモデルをフル活用し、部品形状の最適化、軽量化を行い、従来機関と比較してサイズ(長さ、幅、高さ)をそれぞれ約10%、質量を約15%低減することができました。
- 機関立ち上り時の回転上昇がスムーズになり、排気色も従来機関と比較して改善されました。

背景と目的

新潟原動機株式会社 (NPS) は100年に及ぶディーゼル機関開発の歴史のなかで培った技術をもって社会の発展に貢献するため、時代のニーズにあった製品とサービスを世界中のユーザーに提供してきました。

2008年に開発した28AHX型機関は、従来機関28HXの次世代高出力型機関として、世界中の船舶用主機関に多く納入されています。

このたび主力商品である28AHXシリーズの出力レンジ拡大を目的として、船舶用主機関だけでなく、電気推進用の主発電機関や陸用発電機関もターゲットとしたV28AHX (図1、表1)を開発しました。

機関設計には3D-CADシステムを用い、①性能シミュレーション、②構造・流体解析などに3Dモデルをフル活用し、性能目標達成のための手段として必要な部品形状最適化および軽量化を行いました。



図1 V28AHX機関

表1 V28AHXの機関主要目

機関項目	単位	仕様	
型式	-	V28AHX	
回転数	min ⁻¹	800	750
シリンダ径	mm	280	
ストローク	mm	390	
定格出力	12V	4440	4140
	16V	5920	5520
	18V	6660	6210
正味平均有効圧力	MPa	2.31	2.30
平均ピストン速度	m/s	10.40	9.75
燃焼最高圧力	MPa	18	

利用成果

シリンダブロックの設計ではFEMによる構造解析を行い、構造最適化と軽量化を実現しました。さらに三次元寸法計測を行い、図面形状と実機の肉厚などの相違を調査して製品精度を向上させ、従来機関比で約30%の軽量化を実現しました。

クランク軸についても、FEMを用いて必要なねじり、曲げ剛性を確保しながら従来機関比で約15%軽量化を図りました。

これらの軽量化によって、V28AHXはNPSのシリンダ径280mmの同出力レンジ中速ディーゼル機関と比較して約15%の軽量化と約10%の小型化を達成しました。質量および寸法の比較を図2に示します。

一般的にディーゼル機関は出力と効率を高めるため、過給機を利用して高圧空気をシリンダ内に充填させます。圧縮された空気は高温で密度が低く、そのままでは充填効率を高めることには限界があります。そこでエアクーラを過給機と機関の間に設置し、過給機からの空気を冷却して充填効率を高めています。

過給機から供給される空気はエアクーラを内蔵したエアクーラケースへ導かれ、エアクーラで冷却された後にシリンダブロックに内蔵された給気トランクへ供給されます。エアクーラケースの入口ダクトには仕切板が設けられ、エアクーラへ流れる空気が偏らないよう導く役割をしています。

V28AHX開発ではCFDを活用してエアクーラケースの入口ダクトおよび仕切板の形状最適化を行いました。図3にエアクーラ上流断面速度分布を示します。初期形状 (図3-(a)) では流速の速い領域と遅い領域が存在しており、流れに強い偏りがあることが分かります。一方、最終形状 (図3-(b)) では仕切板の位置と仕切板上に設置する突起物の形状を工夫することにより、より均一に近い速度分布が得られるようになりました。

エアクーラ全体の熱交換効率が向上したことにより、エアクーラおよびエアクーラケースの小型化を実現し、機関全体の小型軽量化と高性能の両立を達成しました。今回V型機関を開発したことによって広い出力範囲をカバーできるようになり、船用主機のみならず陸用常用発電機関としても幅広い分野での活躍が期待されています。

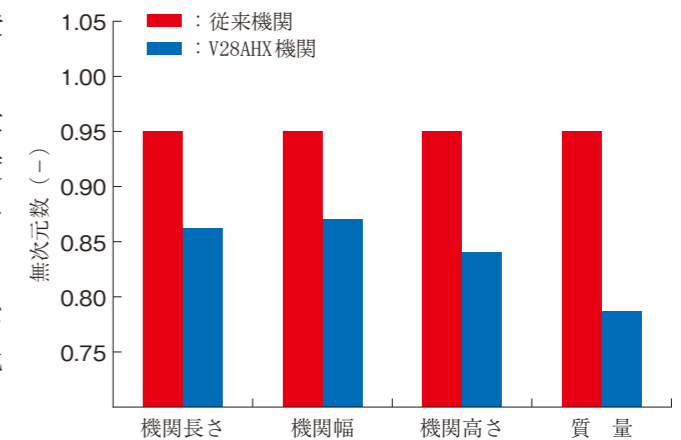


図2 28AHX機関とNPS従来機関との質量および寸法の比較

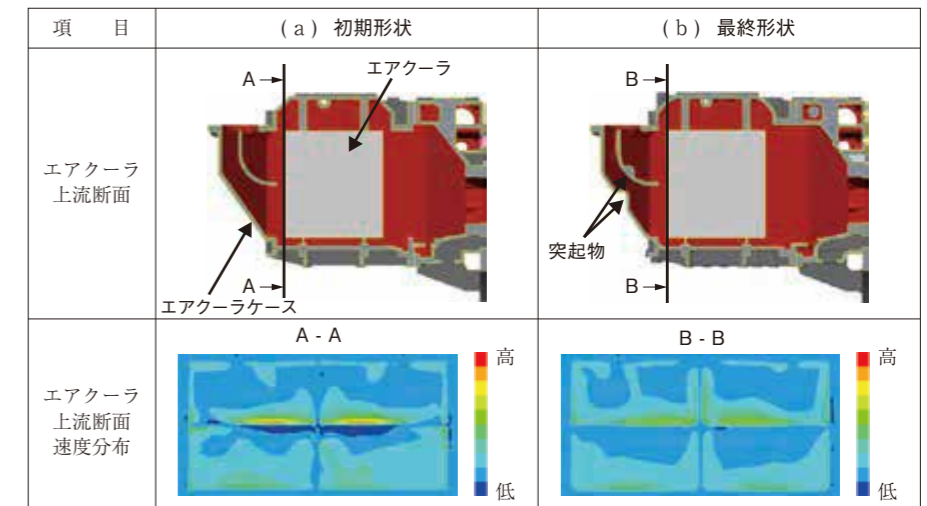


図3 28AHXエアクーラ上流断面速度分布