

# 窒素酸化物 NOx排出値が世界最小レベルの ガスタービン燃焼技術を開発

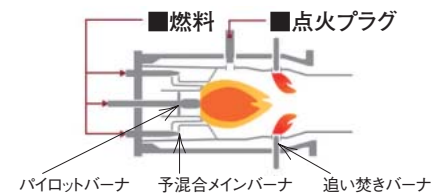
産業用中小型ガスタービンの「ドライ・ロー・エミッション (DLE) 燃焼器」を最先端技術で高性能化

環境を守るため  
NOxは国内外で厳しく規制

NOxは、物質が燃える時、空気中の窒素 (N<sub>2</sub>) と酸素 (O<sub>2</sub>) が結びついて発生する。つまり、燃焼時に必然的に発生するもので、しかも、燃焼温度が高いほど多くなる。NOxは、酸性雨や光化学スモッグなどの原因になるため、環境保護の観点から排出値が国内外で厳しく規制されている。

今回、新たに開発した燃焼技術は、川崎重工の産業用中小型ガスタービンの1機種、「M7A-03」(出力:7,000kW級)のNOx排出保証値を、現行標準値の25ppm (O<sub>2</sub> 15%換算値、以下同じ) から世界最小レベルの15ppm以下への引き下げに成功した。このクラスのガスタービンで、NOx排出値15ppmを保証したのはわが国で初めてである。

川崎重工では、主に天然ガスを燃料とするガスタービンに、自社開発のドライ・ロー・エミッション (DLE) 燃焼器を搭載



●川崎重工のDLE燃焼器(概念)

している。予混合バーナと、川崎重工の特徴である追い焚きバーナを組み合わせた燃焼器で、燃焼の安定性に優れている。

予混合バーナは、燃焼器内に燃料を噴射する際、予め燃料と空気を混ぜ合わせてから噴射する方式だ。混合の度合いを工夫することで、より低い温度で燃焼させてNOxの生成を低く抑えることができる。追い焚きバーナは燃焼器の中胴部に配置し、広い負荷範囲の運転に対応している。

## 予混合バーナの多孔化と 追い焚きバーナの予混合化

燃料と空気の予混合では、混合密度が均一なほど低い温度での燃焼が可能だ。そこで、混合の均一化を一層高めるとともに、予混合バーナの燃料噴射口を多孔化し、噴射角度も工夫するなどの高性能化を図った。また、追い焚きバーナも予混合タイプとし、シンプルな形状で混合性能の高い小型の予混合バーナ的设计技術を確立した。

ガスタービンでは、燃焼器内の燃焼温度が1,650℃を超える辺りからNOx発

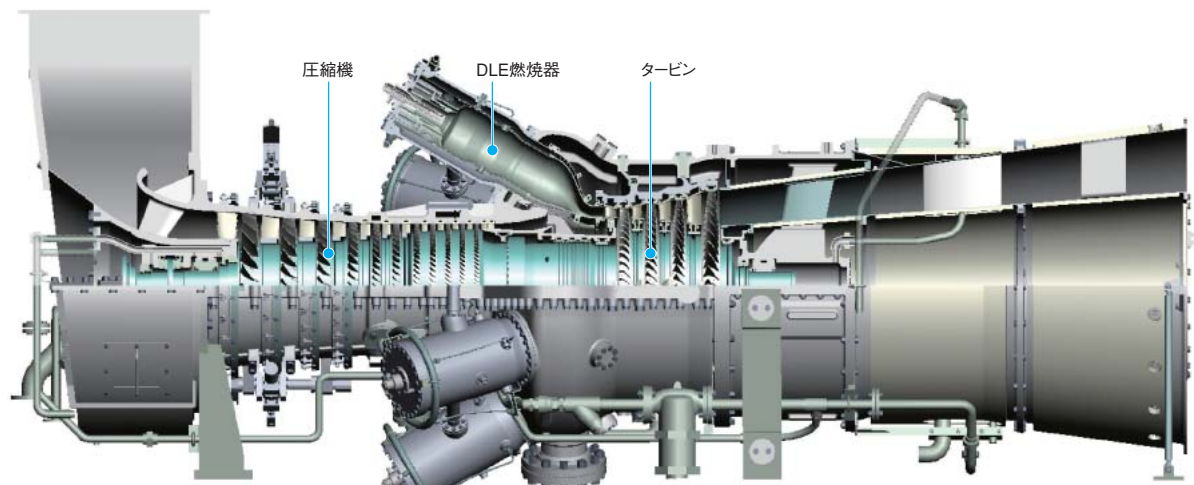


高性能化したDLE燃焼器の対象機種  
カワサキガスタービン「M7A-03」。

生量が急増する。一方、CO (一酸化炭素) 発生量は1,400℃を超えると急減する。そこで、新しいDLE燃焼器は、ほぼ1,400℃超~1,600℃の範囲で燃焼させることで、NOx排出保証値を15ppmに抑えたのである。

今回の開発成果が高く評価されて2010年、日本ガスタービン学会賞の技術賞を受賞した。また、この新しいDLE燃焼器を搭載した「M7A-03」ガスタービンの1号機が5月、とりわけNOx規制が厳しいイタリア北部の食品会社に納入された。

川崎重工では今回開発した燃焼技術を基に、NOx排出値のさらなる低減(技術目標は5ppm以下)を目指し、最新の計算流体力学を利用した新しい燃焼解析適用技術の開発や、実際の条件下での燃焼試験による検証などの研究開発を重ねている。



●ガスタービンのエンジン断面図

# 業界初の“面取りロボット” 「カワサキ Rカッターロボット」を開発

川重ファシリテック(株)が取りまとめ役となり、川崎重工グループの経験と最新技術を結集して開発

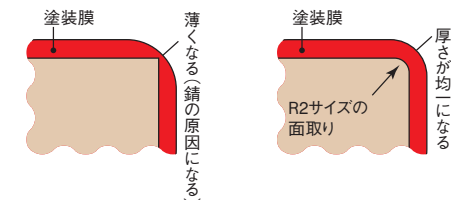
船舶の小物部材の角部を  
ロボットで丸く切削

パレットに積まれたワーク(小物部材)の形状をカメラで認識し、ハンドリングロボットで加工台に移す。部材をカメラで再計測し、専用ソフトにより部材のCAD(コンピューターによる設計)データと整合させる。さらに加工データを読み出し、3Dレーザーセンサーで部材の形状と切削部分の高さを計測してロボットアーム先端のカッターの高さと進入位置を決め、角部を切削(面取り)する。両面の場合は、部材を自動反転して同じ工程で面取りし、終了後は搬出パレットに積み上げる――。

業界で初めて開発された“面取りロボット”「カワサキ Rカッターロボット」の作業の流れは、大まかにいえば上記のようになる。

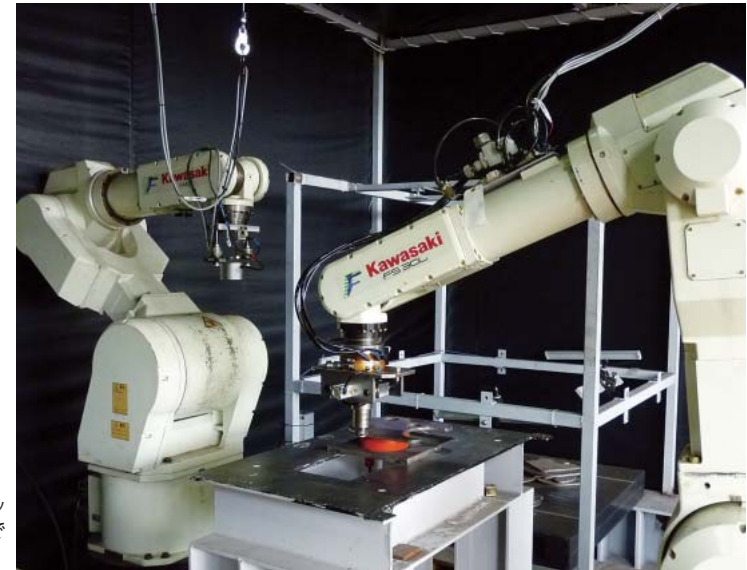
面取りというのは、鋼製部材の角部を削って丸くすることだ。なぜ、こうした作業が必要なのだろうか。

1990年代、ばら積み貨物船の沈没事故が多発した。調べてみると、老朽化したバラスタック(空荷で航行する船舶の安定を図るための海水タンク)の腐食



●面取りの効果(概略図)

「カワサキ Rカッターロボット」は主としてハンドリングロボット(左)と切削ロボット(右)で構成されている。



が原因だった。なぜ、腐食したか。船舶の部材はすべて、防錆塗装が施されるが、部材の角部は塗装膜の厚みを確保しにくい。その部分から腐食が進んだと考えられる。そこで、IMO(国際海事機関)により2006年、PSPC(全てのタイプの船舶の専用海水バラスタック及びばら積み貨物船の二重船側部に対する塗装性能基準)が制定され、さらに2008年7月以降に建造契約される船舶は、同塗装基準に沿って塗装するように国際条約が改定されたのである。

## あらゆる形状の部材に対応し、 均一に面取り

この塗装性能基準を満たすために考えられたのが、部材角部の面取りである。イラストのようなサイズ(R2の面取りという)で角部を曲面仕上げすると、塗装膜厚が最も均一に、また、剥離しにくくなり、平板部と同じ塗膜性能が得られる。しかし、

これをグラインダーのような機器を用いて手作業で行なうのは大変な重労働だ。作業姿勢や粉塵などの問題もあり、作業の効率化と労働環境の改善が求められていた。この要求に応えたのが、川崎重工グループである。

川重ファシリテック(株)を取りまとめ役として、川崎重工(株)ロボットビジネスセンター、(株)カワサキマシシステムズ、川重テクノロジー(株)の4社で共同開発を行ない、業界初の“面取りロボット”「カワサキ Rカッターロボット」(特許申請中)が開発されたのである。

「カワサキ Rカッターロボット」は、船舶一隻で約6,000~10,000点はあるという対象部材のあらゆる形状に対応でき、均一な面取りができるなど多くの特長を備えており、無人加工ラインの構築が可能である。

本装置の第1号が先ごろ、(株)サノヤス・ヒシノ明昌に納入され、また、問い合わせなどが相次いでいる。

●川重ファシリテック(株)(取締役社長:田浦照雄、兵庫県加古郡播磨町、川崎重工・播磨工場内)は、川崎重工グループの一員として非破壊検査などの各種検査、可動構造物などのメンテナンス、各種生産設備の製造など幅広い事業を展開している。

(左) 切削ロボットの面取り加工。  
(右) 面取りした部材。あらゆる形状に対応でき、加工部位を自由に選択できる。

