

圧縮機駆動用 25 MW 級ガスタービン MFT-8

25MW Gas Turbine MFT-8 for Compressor Driver



秦 聰*¹ 福井 宏*¹
Satoshi Hata Hiroshi Fukui

小林 雅博*¹ 伊住 修*²
Masahiro Kobayashi Osamu Isumi

近年、石油から天然ガスへのエネルギー転換が加速し、世界的にガスパイプライン等、ガスフィールド分野のプラント建設が増加している。このうち 25 MW クラスの圧縮機を有するプラントにおいては、駆動機としてガスタービンを用いるケースが多い。今回、船舶用や発電用などとして優れた実績をもつ当社 25 MW 級ガスタービン MFT-8 を圧縮機駆動用として構造及び機器の改良を行い、工場実負荷試験において性能評価と機器の健全性評価を実施した。その結果、ガスタービン単体の設置スペースを他社同クラスのガスタービンに比べて約 40 % 削減することができた。また、工場実負荷試験により機器の健全性を確認するとともに、定格負荷においては、オリジナル MFT-8 と同様に高水準の単体熱効率を持ち、かつ部分負荷においても十分実用可能な性能を有することを確認できた。

1. はじめに

近年、石油から天然ガスへのエネルギー転換が加速し、世界的にガスパイプライン等、ガスフィールド分野のプラント建設が増加している。このうち 25 MW クラスの圧縮機を有するプラントにおいては、駆動機としてガスタービンを用いるケースが多い。

今回、船舶用や発電用などとして優れた実績をもつ当社 25 MW 級ガスタービン MFT-8 を圧縮機駆動用として構造及び機器の改良を行い、工場実負荷試験において性能評価と機器の健全性評価を実施した。

2. 圧縮機駆動用への改良

図 1 に今回改良を行った圧縮機駆動用ガスタービン

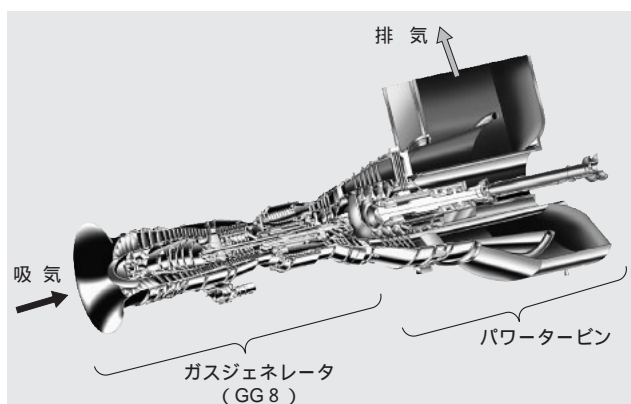


図 1 圧縮機駆動用 MFT-8 断面

MFT-8 の断面を示す。本ガスタービンは Pratt & Whitney Power Systems 社（以下 PWPS と示す）の航空機エンジンを転用したガスジェネレータ GG8 と当社が開発したパワータービンとで構成されている。

表 1 に圧縮機駆動用ガスタービン MFT-8 の要目を示す。オリジナル MFT-8 の高水準の単体熱効率を持たせつつ圧縮機駆動用としての最適化を図った。

表 1 圧縮機駆動用 MFT-8 要目表

主 要 目		
型 式	単純開放サイクル 3 軸式	
出 力 (kW)	26800	
単体熱効率 (%)	38.7	
運転範囲 (min ⁻¹)	3333 (70%) ~ 5000 (105%)	
使用標準燃料	ガス燃料	
パワータービン潤滑油	ISO-VG 32	
構 造	ガスジェネレータ GG8	
	圧縮機	低圧 軸流 8 段 高圧 軸流 7 段
	燃焼器	キャニュラ 9 個
	タービン	高圧 軸流 1 段 低圧 軸流 2 段
	パワータービン (PT)	軸流 3 段
	軸受型式	GG8... ローラ・玉軸受 PT... すべり軸受
パッケージ寸法 (m)	L 9.9 × W 3.2 × H 3.5	
回転方向	時計廻り (被駆動機側からガスタービンを見て)	

ISO 基準大気条件、ガス燃料使用、吸排気ロス無し、軸端での値

*¹ 広島製作所ターボ機械技術部タービン設計課主席

*² 広島製作所ターボ機械技術部タービン設計課

今回、圧縮機駆動用ガスタービンとしての重要なポイントである長期連続運転に対応するため、船舶用エンジンとして軽量化及び急速起動の必要性から開発されたオリジナルのMFT-8の構造に対し、各部構造の簡素化を実施した。

その主要な項目を図2、図3及び以下に示す。

2.1 パワータービン部

オリジナルのMFT-8のパワータービン部軸受型式は転がり軸受となっており、その潤滑油も高価な合成油を使用している。今回、圧縮機駆動用としてパワータービン部に用いる軸受型式はすべり軸受に、また潤滑油は鉱物油に変更しランニングコストを削減した。

パワータービンの軸受型式を変更することに伴い潤滑油排油温度がオリジナルに対し約50℃低下するため、図4のように軸受周りの排気フレームに発生する熱応力の非定常FEM解析を実施し健全性を検証した。

軸受サポートの応力集中部においても、その応力レベルは低く低サイクル疲労強度上問題ないことを確認

した。

2.2 ガスタービン周辺機器

ガスタービン周辺機器で改良した主な項目を以下に示す。

(1) 制御手法の変更

図5にガスタービン操作画面を、図6にガスタービン及び圧縮機の運転状態監視画面を示す。

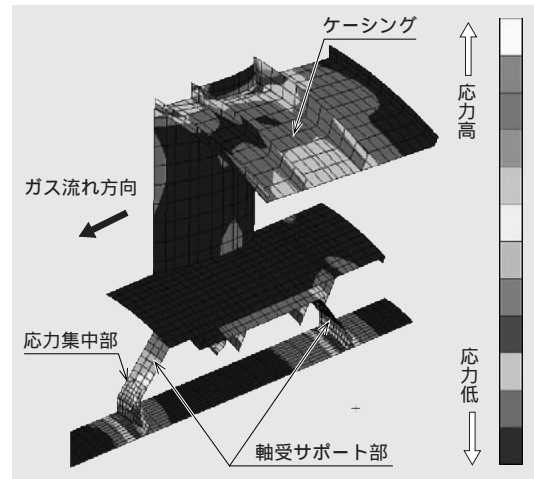


図4 PTサポート部非定常熱応力解析結果例

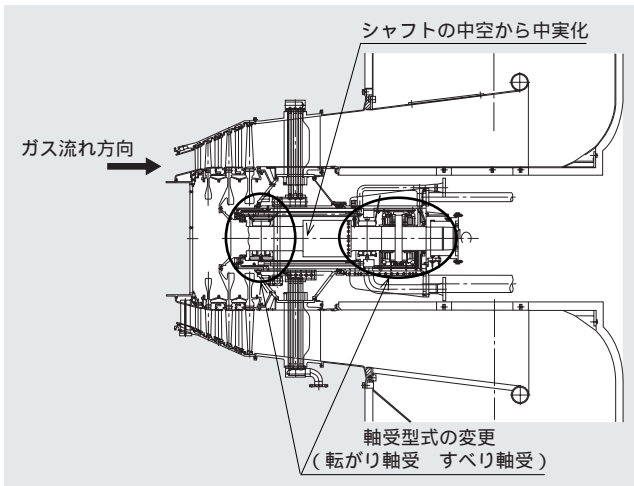


図2 パワータービン主要変更点

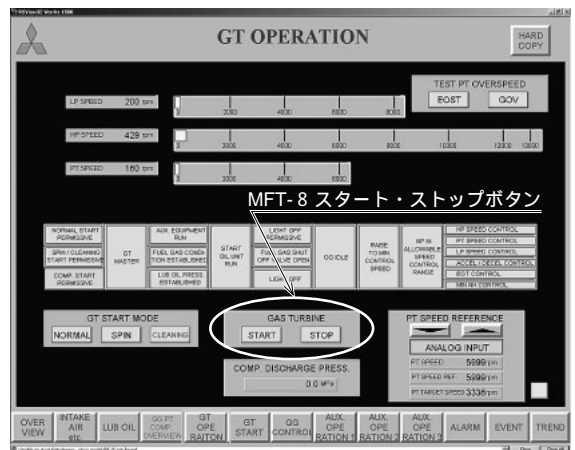


図5 ガスタービン操作画面

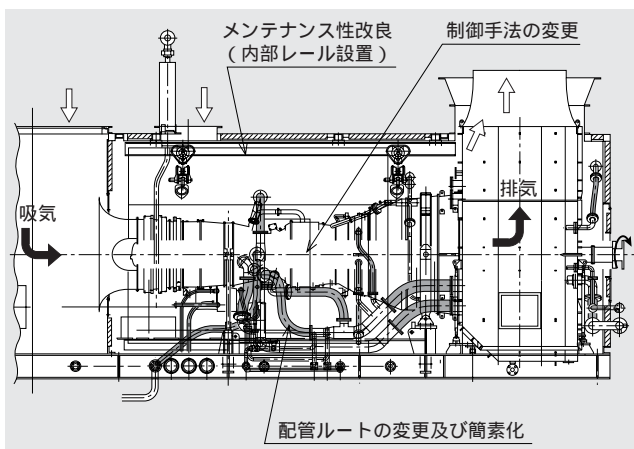


図3 ガスタービン周辺機器主要変更点

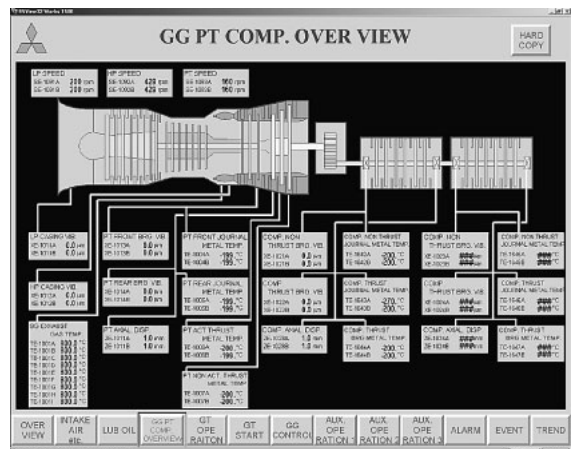


図6 ガスタービン及び圧縮機の運転状態監視画面

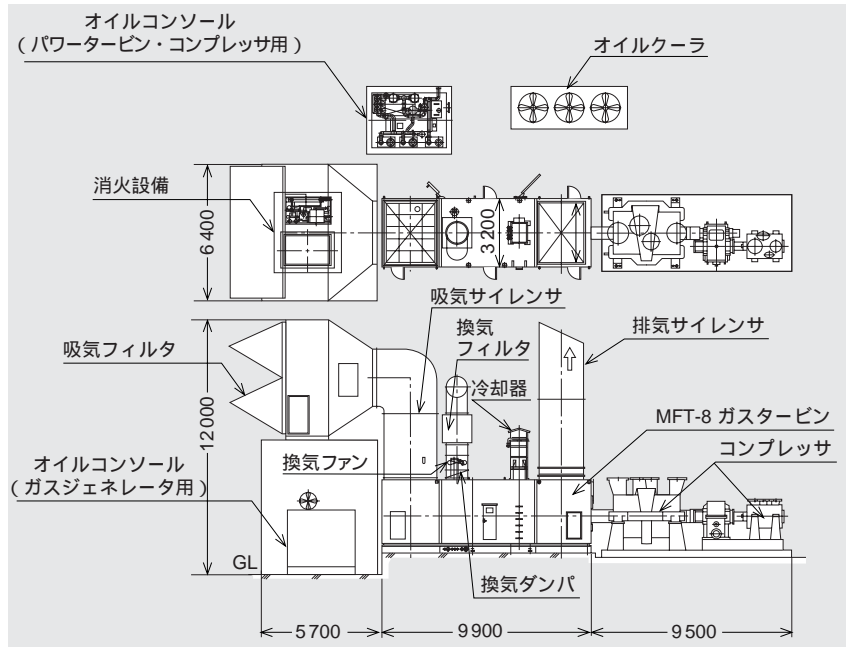


図7 圧縮機駆動用MFT-8トレイン全体配置

今回、PWPS社製ガスジェネレータ部の制御装置としてWoodward社製Micronetを、当社製パワータービン部の制御装置としてAllen-Bradley社製PLCを採用した。

圧縮機を含めたトレイン全体の制御を考慮し、基幹となるガスジェネレータ部とお客様ごとに仕様の異なる圧縮機部分(含むパワータービン部)の制御装置を分けたことにより、お客様からの要求に対し当社のみで容易に対応可能となった。また、ガスタービン本体の起動と補機の起動を自動化することによりパワータービン70%回転数(運転範囲最低回転数 $3\,333\text{ min}^{-1}$)までの昇速がシングルアクションで可能となった。さらに降速時については、停止の要因により自動で降速方法を選択する機能を持たせ、補機の停止も含め自動化を行った。

(2) エンクロージャの改良

エンクロージャ内部にメンテナンス用レールを設置することにより、エンクロージャを取り外すことなくエンジンを引き出し、メンテナンスが容易となるようにした。

3. 他社との比較

図7に当社製遠心圧縮機(MAC: Mitsubishi Advanced Compressor)と圧縮機駆動用MFT-8を組み合わせたトレイン全体配置の一例を、表2に他社の同クラスの高圧タービンパッケージ寸法比較を示す。

パッケージ内部の配管ルート・機器配置を調整することによりコンパクト化を行い、他社よりもパッケージ設置面積を約40%削減することができた。

4. 工場実負荷試験

上述の改良点を反映した圧縮機駆動用MFT-8の試験機を製作し、機器の健全性及び性能を評価することを主目的に工場実負荷試験を実施した。

図8に実負荷試験設備外観を示す。負荷設備として水力力計を使用した。

表2 ガスタービンパッケージ寸法比較

単位 (m)		
当社 (MFT-8)	A社	B社
 <L=9.9> W=3.2 設置面積 32m ²	 <L=15.3> W=3.4 52m ²	 <L=12.8> W=4.0 51m ²

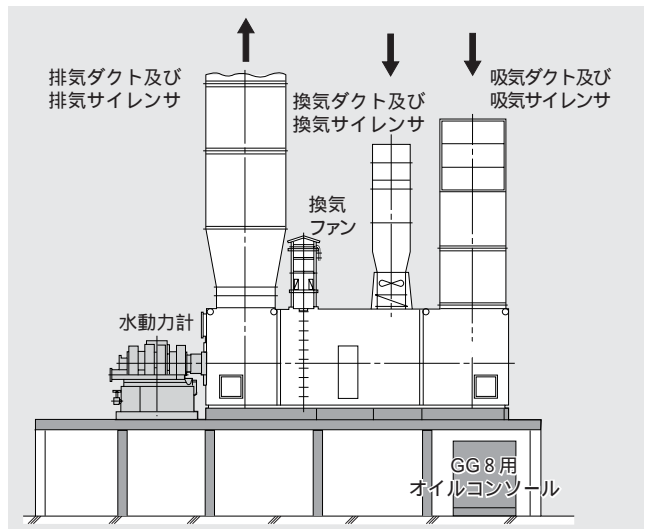


図8 試験設備外観

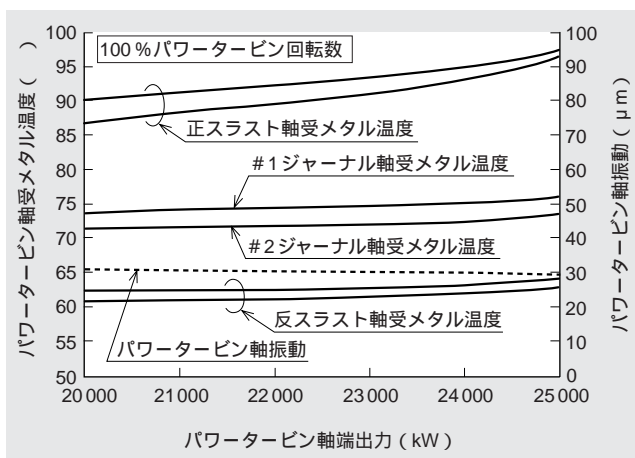


図9 PT軸受メタル温度及び軸振動の計測結果

なお、パワータービン改良部の健全性を確認するため、約100点の特殊計測を実施し、リアルタイムでデータを取得した。

図9は、パワータービン100%回転数における高負荷時の軸受メタル温度及び軸振動の計測結果を示す。

定格負荷におけるスラスト軸受及びジャーナル軸受のメタル温度はそれぞれ約97及び約75と設計許容値内であり、健全性を有することを確認した。また、定格負荷における軸振動についても約 $30\mu\text{m}^{\text{P-P}}$ と設計許容値内であることを確認した。この他の計測点においても異常はなく、機器の健全性を確認することができた。

図10に性能計測結果を示す。定格点及び部分負荷での性能は計画とおりであることを確認した。

これにより定格負荷においては、オリジナルMFT-8の高水準の単体熱効率を持ち、かつ部分負荷においても十分実用可能な性能を有することが確認できた。

5.まとめ

船舶用や発電用などとして優れた実績をもつ当社25MW級ガスタービンMFT-8を圧縮機駆動用に改良した。

その結果、操作性、メンテナンス性の改善及びガス

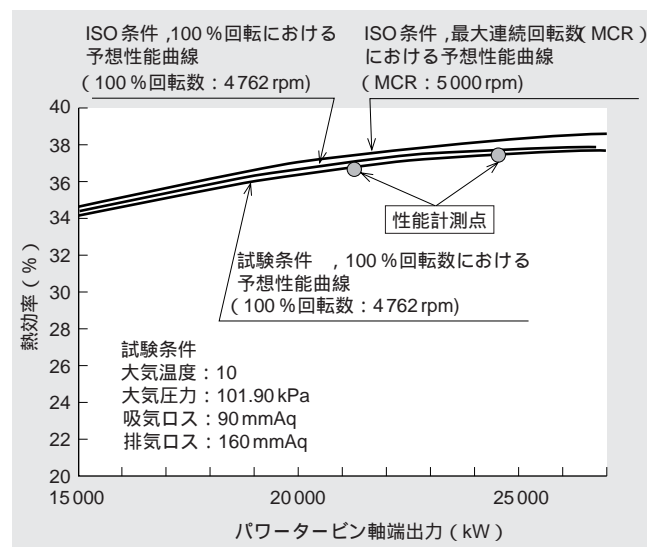


図10 性能計測結果

タービン単体の設置スペースを他社同クラスのガスタービンに比べて約40%削減することができた。

また、工場実負荷試験により機器の健全性を確認するとともに定格負荷においてはオリジナルMFT-8と同様に高水準の単体熱効率を持ち、かつ部分負荷においても十分実用可能な性能を有することを確認できた。

今後は圧縮機及びガスタービンのトータルパッケージとしてガスフィールド市場への投入を図っていく。



秦聰



福井宏



小林雅博



伊住修