

ガスタービン低応力型副室ライナの開発

ユニットの年間起動停止回数制限の緩和を目的とした副室ライナ構造の開発

Developing a low-stress model of a primary combustion liner for the gas turbine

Developing the primary combustion liner structure to relax restraints on start-up/stop cycles within a year

(火力部 運営G)

コンバインドサイクルプラントの高効率運用を行うためには起動停止回数の増加が必要であるが、現在、燃焼器副室ライナのき裂発生により年間起動停止回数が制限されている状況にある。そこで、本研究では長寿命化対策として熱応力を緩和するために冷却方法の改善に着目し検討を行い、現行品に対し熱応力低減効果のある燃焼器副室ライナを開発（株）日立製作所との共同研究）したので報告する。

(Operations & Maintenance Section, Thermal Power Department)

In order to operate the combined cycle plant efficiently, it is necessary to increase the number of start-up/stop cycles. Since the start-up/stop cycles cause cracks to appear in the primary combustion liners, the number of cycles is limited. Cooling methods need to be improved to relax thermal stress, and thus to extend the useful life of equipment. The study is conducted to realize such improvements. The development of primary combustion liners, effective in reducing thermal stress in existing products is reported - a joint research project with Hitachi Co., Ltd.

1 背景

ガスタービンはLNG等の燃料を空気圧縮機で圧縮した空気と共に燃焼させ、その燃焼ガスによりタービンを駆動する（第1図）。したがって、ガスタービンを構成している部品は高温環境にさらされており、中でも燃焼器は最も厳しい条件下に置かれている。

第2図に日立製ガスタービン燃焼器の構造を示すが、副室ライナは燃料ノズル近傍に位置していることから、ユニットの起動停止回数に依存した熱疲労き裂の発生進展が著しく、これによりユニットの起動停止回数を制限している状況にある。

そこで、年間起動停止回数制限緩和のため、長寿命化および高頻度起動停止運用対応を目的とした低応力型副室ライナ構造の開発を行った。

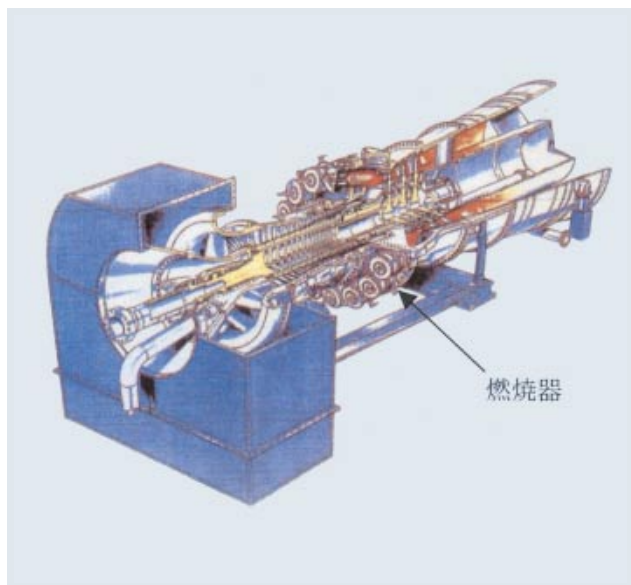
2 研究の概要

2.1 長寿命策の検討

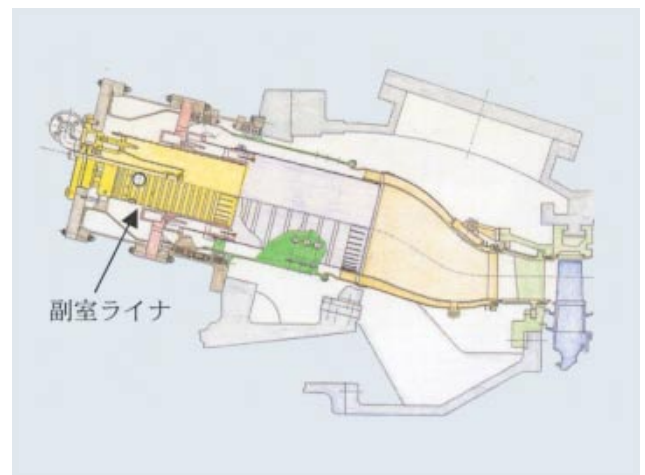
現行副室ライナの温度分布測定を実施した結果より、第1燃焼孔部での起動時におけるホットスポット発生がき裂発生の原因であることが明らかになった。そこで、発生する熱応力を低減させる対策を検討した結果、き

第1表 対策内容とその評価

対策内容	検討結果	評価
板厚の変更による 応力低減	一般的に板厚を薄くすると応力低減方向となるが、強度低下を招き、寿命が短くなる可能性がある。	
材質の変更	薄肉構造材としては現材料が高レベルであり、同等の条件を満たす代替材の選定が困難。	
コーティングの変更	ホットスポットにおける現応力を低減させるまでの遮熱効果向上は困難。	
冷却強化による メタル温度の低減	冷却強化構造の設計で対応可能。	



第1図 ガスタービン鳥瞰図



第2図 燃焼器構造図

裂発生部の冷却を強化しメタル温度を低減させることが最も直接的対応策であり効果が期待できることから、冷却強化によるメタル温度低減に取り組んだ。(第1表)

2.2 試作品の試験評価

冷却強化を目的とした5つの試作品を製作し、工場単缶試験にて評価を実施した結果、試作品E(対策型副室ライナ)で良好な結果を得ることができた。(第2表、第3図)

3 効果

対策型副室ライナのメタル温度は現行品に対し、第1燃焼孔まわりで約100、第3冷却孔列下流で約50低減した。また、冷却孔径の変更を実施したが、単缶実圧燃焼試験での燃焼特性は、現行副室ライナとほぼ同じであることが確認できた。

また、温度低減効果からひずみ解析を行ったところ、第1燃焼孔廻りの最大ひずみは、現行品の約1.5~0.7%に対し約0.4%となり、当該部のメタル温度に基づく低サイクル疲労データから推定するき裂発生起動停止回数は、現行品の約100回に対し、約1000回に改善された。

4 今後の展開

対策型副室ライナを川越火力3号系列に採用することによりコンバインドサイクルプラントのより高い効率運用が可能となる。

今後は、本対策型副室ライナを全缶実機に装着した場合の燃焼特性を確認し、採用を進めていく。



第3図 対策型副室ライナ

第2表 各試作品とその評価

試作品	改善内容	試験結果	評価
試作品 A	第1、2冷却孔径拡大	第1燃焼孔廻りでのメタル温度低減効果があったが、クロスファイア間廻りでは温度が上昇気味となった。	
試作品 B	第1、2冷却孔径拡大 第2冷却孔位置変更	第1燃焼孔廻りでのメタル温度低減効果があったが、燃焼孔下流部の温度上昇箇所があった。	
試作品 C	第2燃焼孔までフロースリーブ設置	第1燃焼孔廻りでのメタル温度低減効果があったが、第3~6列冷却孔間で現行品より温度が上昇した箇所が発生した。	×
試作品 D	空気配分の均一化 第2燃焼孔仕様改善	全体にメタル温度低減効果はあった。 NOx排出特性が変化し、現行F2比率でNOxが約10ppm増加した。	×
試作品 E (対策型副室ライナ)	試作品Aの改良型 第1、2冷却孔径拡大 第3冷却孔径縮小 クロスファイア管部冷却孔追設 ストッパ形状変更	第1燃焼孔廻りでのメタル温度低減効果があった。 全体で温度分布がなだらかとなった。 燃焼特性は、現行品と同等であった。	



執筆者/平野隆一
Hirano.Ryuichi@chuden.co.jp