

ガスタービン動翼のHIP適用による寿命延長

保守費用の削減を目指して

Life Extension of Gas Turbine Blades by Applying HIP

Aimed at Cost Reduction for Gas Turbine Maintenance

(電力技術研究所 原子力・材料G 材料T)

ガスタービン動翼の取替寿命を延長するためには、低下した材料特性を回復させる必要がある。そこで、Hot Isostatic Pressing (HIP; 熱間等方加圧法) に注目し、発電用ガスタービン動翼に対する有効性を(株)東芝と共同で検討した。その結果、劣化した動翼にHIPを適用することにより材料特性を回復でき、動翼の寿命延長技術として有望であることが分かった。現在、実機動翼に対して本研究の成果を適用し、実証運用を行っている。

(Materials Engineering Team, Nuclear Power and Materials Group, Electric Power Research and Development Center)

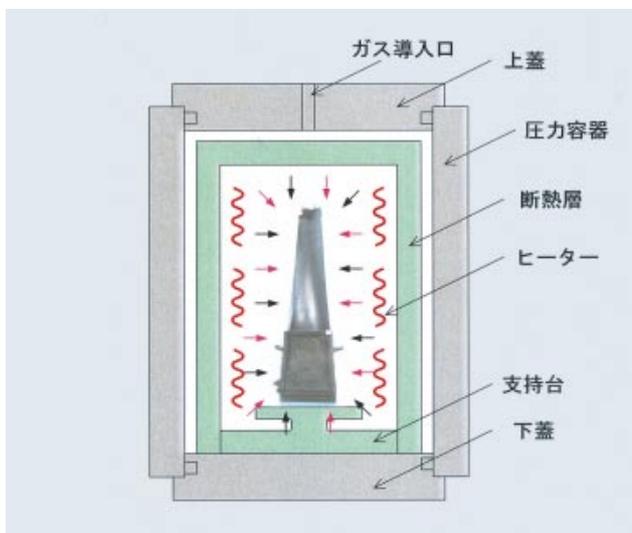
Extending the service life of gas turbine blades requires recovery of material properties that have been reduced. We took the case of Hot Isostatic Pressing (HIP), and together with Toshiba Corporation examined the applicability of HIP for the rotor blades of electric power generating turbines. It was confirmed that material properties of service-life exposed blades could be improved by applying HIP, thus providing the feasibility of the process as a means of extending rotor blade service life. At present, HIPed blades have been in service at one power plant, to verify the effects.

1 背景および目的

コンバインドサイクルプラントの主機であるガスタービンの保守費用を削減するために、ガスタービン高温部品(動翼、静翼、燃焼器等)の取替寿命の延長が求められている。一般的に、動翼には高温強度と耐食性に優れるニッケル基超合金が適用されているが、実機での長期使用により材料劣化が生じるため、定期的に取り替える必要がある。そこで、材料特性を回復させて取替寿命を延長するため、HIP(Hot Isostatic Pressing : 熱間等方加圧法)技術に注目し、発電用ガスタービン動翼への適用を検討した。

2 HIPの概要

HIPは、Ar等の不活性ガスを圧力媒体とし、圧力容



第1図 HIPの概念図

器に内蔵された加熱ヒーターによって1000 以上の温度と100MPa(1000気圧)以上の等圧力下で加熱・加圧処理する技術である。第1図にHIPの概念図を、第2図にHIP装置の例を示す。一般的に、HIPはセラミックス等の粉末の焼結などに用いられているが、金属材料に対しては析出物の再固溶、材料の均質化、欠陥の除去が可能で材料強度を改善できることから、鑄造材の製造工程で用いられている。

3 研究の概要

四日市火力発電所4号系列1100 級ガスタービンにおいて約8年間(51000時間)使用し、取替えられた第2、3段動翼を研究対象とした。各段落の劣化翼に非破壊調査(外観観察、寸法検査など)および破壊調査(断面ミクロ組織観察、材料強度試験など)を行



第2図 HIP装置の例

った。その後、各段落の劣化翼に対しHIPを適用し、HIP適用翼とした。適用後にも、適用前と同様な非破壊調査と破壊調査を行って、劣化翼および未使用翼の結果との比較により、HIPの効果を評価した。

4 研究の成果

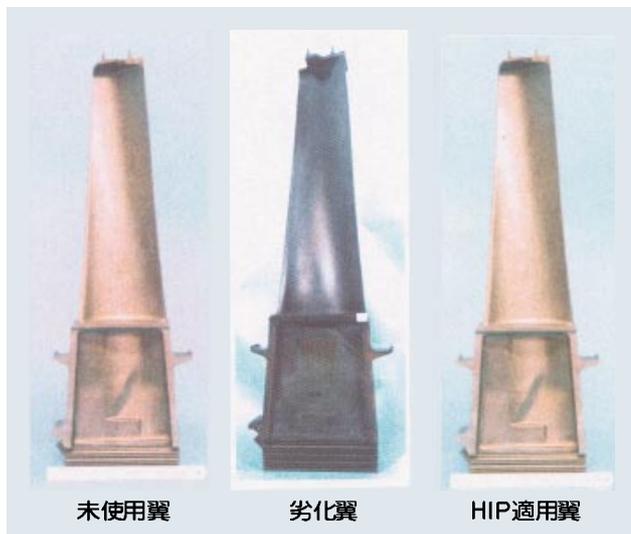
本研究の結果を以下にまとめる。

非破壊調査の結果、第3図に示すように各段落のHIP適用翼の表面にき裂は観察されず、変形も軽微で設計許容範囲内であった。

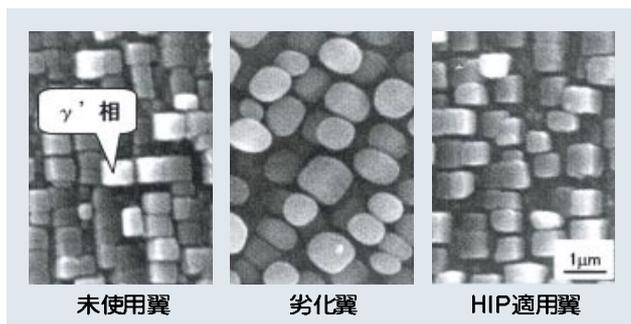
破壊調査の結果、第4図に示すように各段落のHIP適用翼の粒内析出物(相)などの断面ミクロ組織は未使用翼程度まで回復した。第5図に示すように、クリープ破断寿命等の強度特性も未使用翼と同等程度まで回復した。

余寿命評価の結果、各段落のHIP適用翼は現在の取替寿命(約8年)に対し、いずれも1.5~2倍の寿命延長が可能であることが分かった。

以上の結果、HIPの適用により劣化した動翼の組織や強度などの材料特性を回復できることが明らかとなり、寿命延長技術として有望であることが分かった。



第3図 外観の比較(第2段動翼)



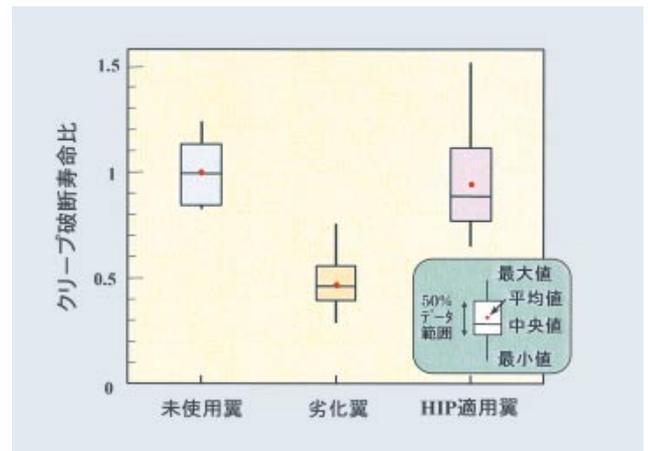
第4図 断面ミクロ組織の比較(第2段動翼)

5 実機への適用

経済的にも効果が見込めることから、第6図に示すように各段落3本のHIP適用翼を平成11年12月から四日市火力発電所4-3号機に組み込み、実証運用を開始した。平成13年9月の点検までに損傷や異常は発生せず、順調な運用が達成できた。また、各段落ともにHIP適用翼には外観上損傷は認められなかった。

6 今後の展開

現在、平成13年9月の点検で実機より取り出した各段落1本のHIP適用翼を対象に、破壊調査を行っている。これにより、HIP適用翼に対する信頼性の確認と余寿命評価を行う。今後、各段落の残り2本のHIP適用翼を4-4号機に組み込み、実証運用を継続するとともに、余寿命を確認した上でHIPの適用を拡大する計画である。



第5図 クリープ破断寿命の比較(第2段動翼)



第6図 HIP適用翼の実機への組み込み状況



執筆者/伊藤明洋
Itou.Akihiro3@chuden.co.jp