

ガスタービン第2段動翼長寿命化技術の開発

ガスタービン高温部品の補修費用コストダウンを目指して

Developing Life Extension Technology for Gas Turbine Second Stage Blades

To Reduce Repair Costs for High-Temperature Gas Turbine Components

(電力技術研究所 原子力・材料G 材料T)

1300 級ガスタービン (GT) 第2段動翼は、使用環境が厳しいことから、翼先端のシュラウドカバー付け根部においてクリープ損傷によるき裂が発生した事例がある。シュラウドカバーの形状変更により対策はなされているものの、最終的には、この損傷が寿命支配因子となりうる。そこで、各種長寿命化策について検討し、その最適な方法とその最適実施時期を求め、寿命を延長させる技術を開発した。

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

Second stage blades for 1,300 class gas turbines (GT) are used in an extreme environment. There have been cases reported that cracks occurred on the shroud cover attachment of the blade edge due to creep damage. The shape of the shroud cover has been changed to counter this problem. However, this damage is still a factor in determining the lifespan of a blade. Therefore, technology has been developed for extending the lifespan of blades by discussing different kinds of life-extending methods and determining the best method and best implementation period.

1 背景および目的

1300 級ガスタービン第2段動翼は、60回転/秒による遠心力や高温燃焼ガスに曝される厳しい使用環境にあり、翼先端のシュラウドカバー（隣接翼と接触してリング状となり長翼振動を低減する部位）付け根部においてクリープき裂が発生した事例がある（第1図）。この対策としては、シュラウドカバーの形状変更による遠心力低減を実施してきており、長寿命化を達成させることはできるものの、最終的には、この損傷が寿命支配因子となりうる。そこで、(株)日立製作所と共同で、クリープ損傷回復処理をガスタービン第2段動翼に適用し、寿命を延長させる技術の開発に取り組んだ。

Pressing、超高温高压処理)に着目し、回復処理材のクリープ試験、解析およびモックアップ試験により回復効果と処理時期について評価を行った。はじめに回復効果の評価を行った。処理効果としては、再生処理、HIP処理のどちらも、処理前のクリープひずみがある値以下であれば、新材のクリープ破断寿命と同等以上に回復させることが確認できた。一般に、HIP処理はクリープボイドを潰す効果があるため、クリープひずみがより大きい段階での効果が期待されたが、再生処理、HIP処理ともにクリープひずみがある値を超えると、回復処理により異常組織が発現し、クリープ強度の回復が十分に得られないことが明らかになった（第2図、第3図）。

次に、実機におけるクリープひずみ曲線、シュラウドカバー先端変形曲線を作成し、回復処理実施時期の評価を行った。回復処理の実施時期としての必要条件は、クリープひずみが異常組織発現限界以内であること、シュラウドカバー先端変形量がクリープ変形により静止体と接触する変形量（変形限界）以内であること、の2点である。解析やモックアップ試験により両者を比較し

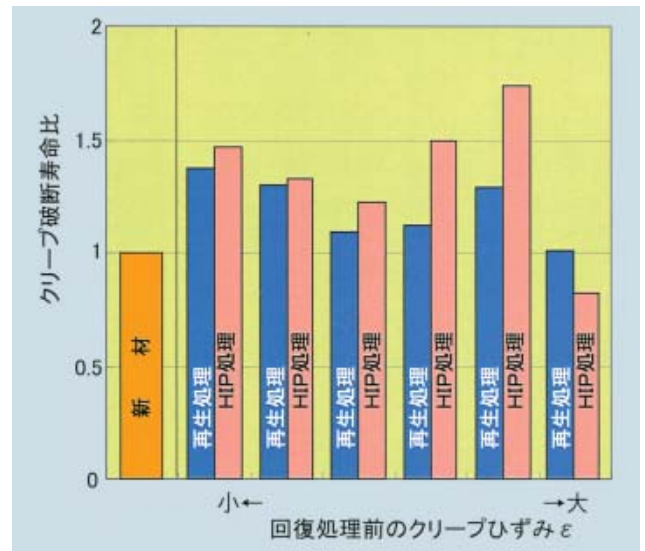
2 研究の概要

2.1 クリープ損傷回復処理方法と最適時期

クリープ損傷を回復させる手法として一般的な、再生処理（溶体化熱処理）やHIP処理（Hot Isostatic



第1図 1300 級GT第2段動翼形状

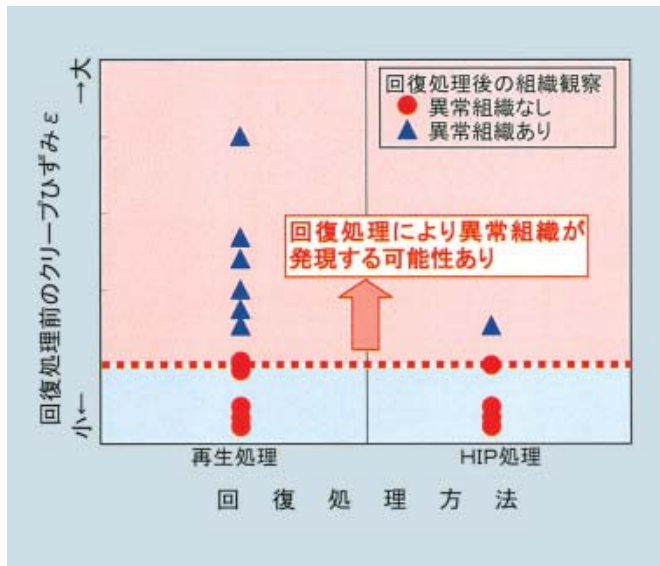


第2図 回復処理によるシュラウドカバーのクリープ強度回復効果

た結果、異常組織発現限界ひずみが回復処理の実施時期を決定することが分かった。これらの結果から、実機での最適な回復処理実施時期を決定した（第4図）。

2.2 寿命延長効果

前述のとおり適切な時期に回復処理を実施することで、処理後のクリープ強度を回復させることができる。処理後の寿命としては、き裂発生限界ひずみに至るまで、あるいは シュラウドカバー変形量が変形限界に至るまで、の2点が必要条件となる。解析により、変形限界に至る時間よりも、き裂発生限界ひずみに至る時間の方が十分短いことが確認できたため、き裂発生限界ひずみが回復処理後の寿命を決定することが分かった。このことから、GT第2段動翼の総寿命を求めると、回復処理により現寿命の約2倍へと延長させることができる（第5図）。



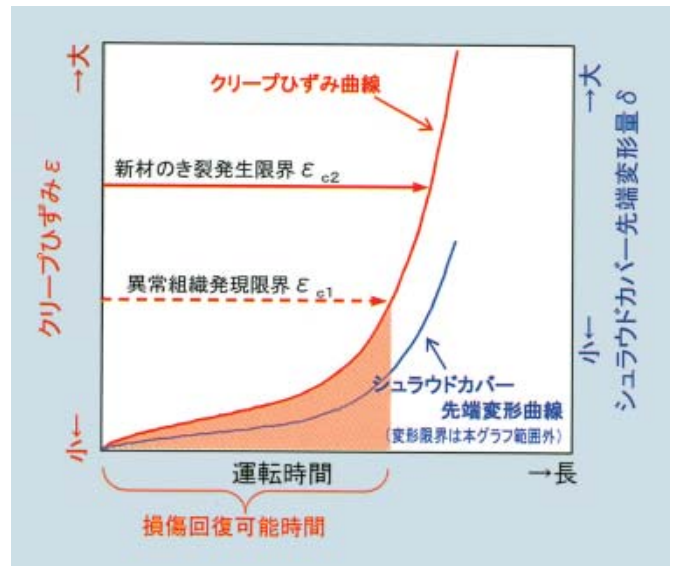
第3図 回復処理前のクリープひずみと異常組織発現相関図

3 研究の成果

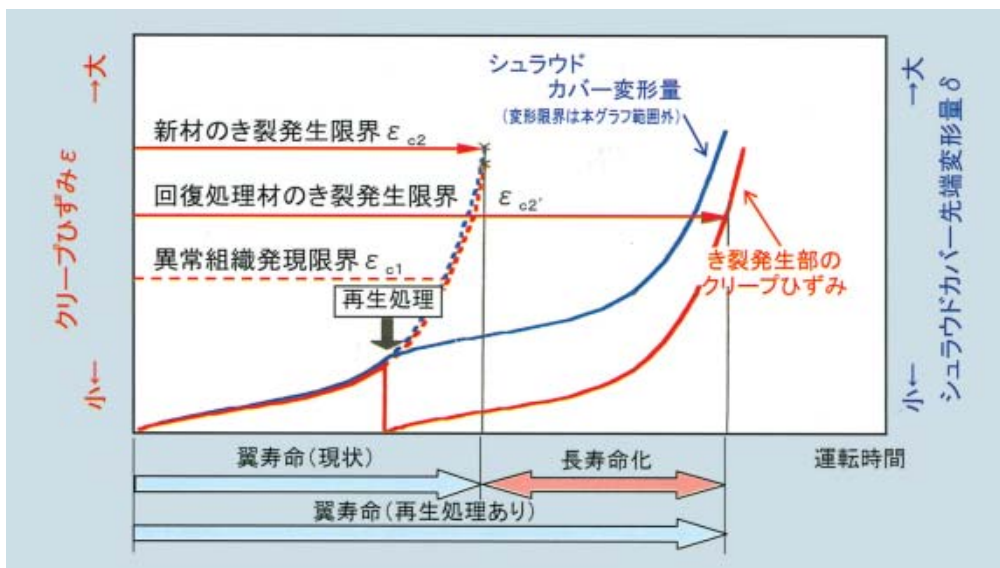
GT第2段動翼の寿命支配因子となりうる、シュラウドカバーのクリープ損傷に対して、最適な回復処理方法とその実施時期を明らかにし、寿命を延長させる技術を開発した。これにより、補修費用の大幅な削減が期待できる。

4 今後の展開

今回開発した技術は、当社火力センターにて導入検討され、実機への適用を計画中である。また、2度目の回復処理による、さらなる寿命延長や、同様の形状であるGT第3段動翼への適用についても検討し、補修費用の削減に貢献していきたい。



第4図 シュラウドカバーの最適回復処理実施時期



第5図 シュラウドカバーの寿命延長効果



執筆者 / 中條幸司
Chujou.Kouji@chuden.co.jp