

火力高温機器のき裂伝ば余寿命評価法および解析システムの開発

背景

電力各社においては、経年火力高温機器の適切な余寿命評価の実施とそれに基づく合理的な運用保守による補修コストの抑制が重要な課題とされている。現在、機器に目視できる数mm程度のき裂が発生した場合にき裂の削除あるいは機器の交換がなされているが、多くの場合き裂が発生した後も、機器の安全な運用が可能なき裂伝ば期間、即ち“き裂伝ば余寿命”が存在する。この“き裂伝ば余寿命”を的確に推定することにより機器のさらなる寿命延伸が期待できる。しかしながら、火力高温機器に対するき裂伝ば余寿命評価法については十分な検討がなされておらず、き裂伝ば余寿命評価のための解析システムも開発されていないのが現状である。

目的

長期使用火力高温機器材料のき裂伝ば特性データベースを構築するとともに、き裂伝ば余寿命評価法ならびに、それを実機に適用するためのき裂伝ば解析システムを開発する。

主な成果

1. 長期使用材料のき裂伝ば特性の把握とデータベースの構築

実機において20万時間程度使用された主要高温機器であるタービンローター、ケーシング等11体を対象に組織観察やき裂伝ば試験を実施した。その結果、20万時点程度の使用におけるクリープ損傷は軽微であり、き裂伝ば特性への経年劣化損傷の影響は認められないことが明らかとなった。一連の試験を通じて3000点を超えるき裂伝ば特性データを取得し、き裂伝ば評価に用いるデータベースを構築した。

2. 火力高温機器のき裂伝ば余寿命評価法の開発

長期使用材の薄肉平板試験片を用いたき裂伝ば試験、実機構造を模擬したき裂伝ば試験等で得られた結果に基づき、評価精度、簡便性、実用性の観点から現状で望ましいと考えられる“き裂伝ば余寿命”評価法を提案した(図1)。提案法では、これまでに評価法が明確にされていない火力高温機器で支配的な熱応力下のき裂伝ばに対する簡便評価法*1としてノイバー法を取り込んだことを特徴としている。

3. 実機ケーシングを対象としたき裂伝ば評価ケーススタディ

火力高温機器の温度、応力解析および上記提案法に基づくき裂伝ば余寿命評価を可能とするため、有限要素解析をベースとする対話形式で取扱いが容易なき裂伝ば解析システムを開発した。同システムを用いて、実機タービンケーシングの最も厳しい温度、応力部位(調速段R部)に初期き裂を仮定したき裂伝ば解析をケーススタディとして実施し、提案法に基づくき裂伝ば余寿命評価手順ならびに実機熱応力条件下でのき裂伝ば挙動を明らかにした(図2)。

今後の展開

本研究で開発した火力高温機器のき裂余寿命評価法および解析システムを実機主要高温機器であるタービンケーシング、ボイラ厚肉部等のき裂伝ば余寿命評価に適用する。

主担当者 材料科学研究所 構造材料評価領域 上席研究員 緒方 隆志
材料科学研究所 構造材料評価領域 主任研究員 山本 正人、酒井 高行

関連論文 Development of Crack Tolerant Remaining Life Assessment Procedure of High Temperature Components in Aged Thermal Power Plant. (EPRI主催 化石燃料発電の先進寿命評価に関する国際会議) Florida, 2002/3

*1：構造物に負荷される荷重と限界荷重の比から求まる応力とひずみを用いて変位拘束条件下のJ積分を簡便に評価する手法。

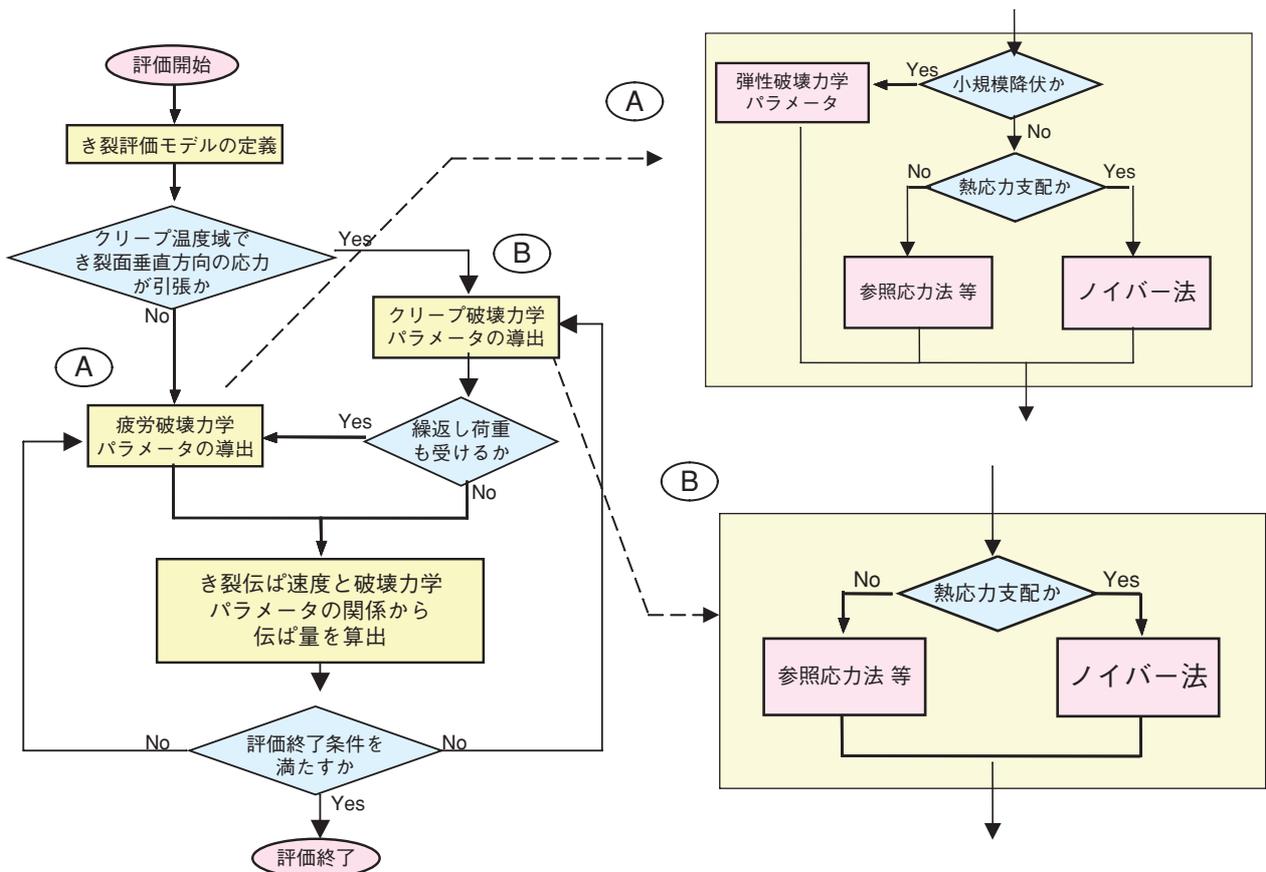


図1 新たに提案した火力高温機器のき裂伝ば余寿命評価手順

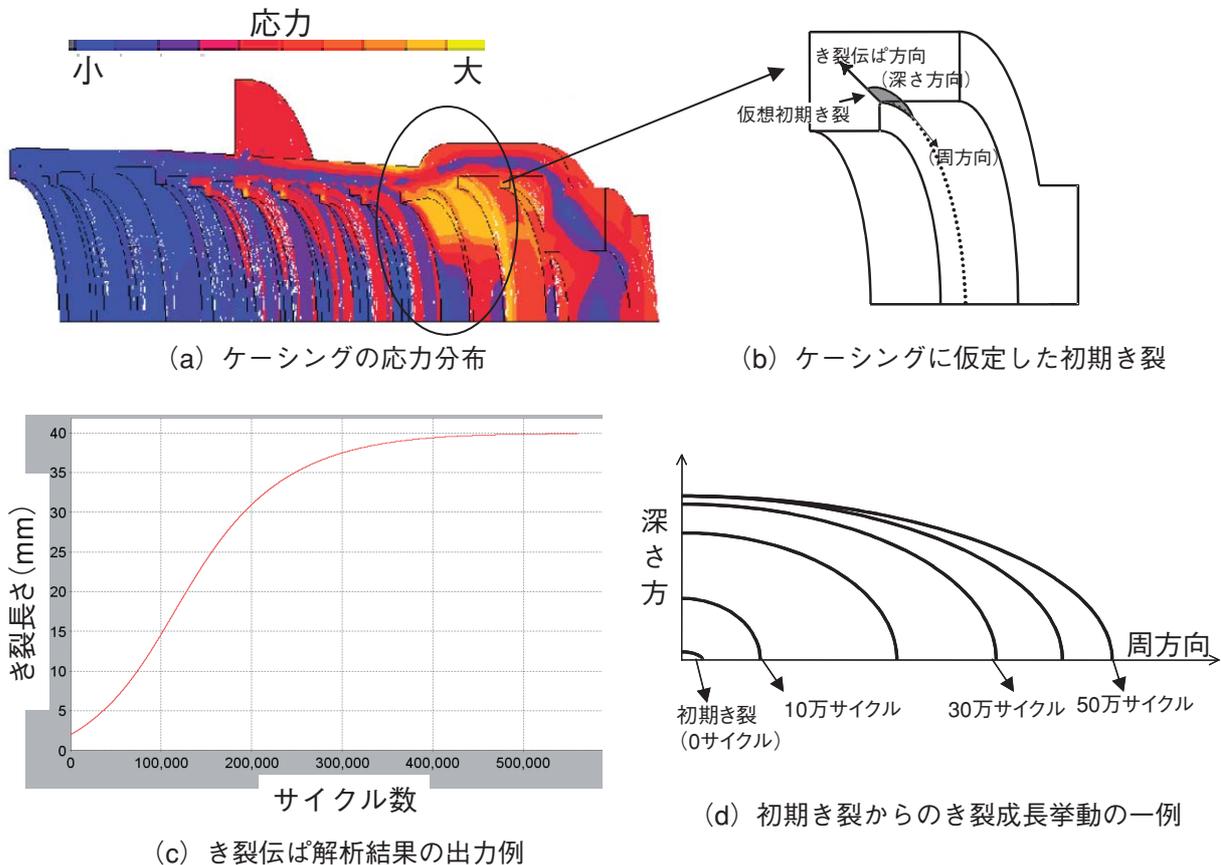


図2 き裂伝ば解析システムによる実機タービン車室に想定した初期き裂の伝ば解析ケーススタディ