

実施課題番号：2007A1905

実施課題名：

フレット疲労き裂進展モデルの構築と新たなタービンロータ嵌合部設計法の開発
および健全性評価手法の確立

実験責任者所属機関および氏名：

三菱重工株式会社 高砂製作所 栗村 隆之

使用ビームライン：BL19B2

実験結果：

1. はじめに

フレット疲労に起因する事故や破壊は発生頻度は高くないものの、重大事故につながる危険性があり、一般疲労と同様に評価法の確立が必要である。フレット疲労き裂は、機械構造物の嵌合部や締付部において生じ、部材表面に対して斜めに進展し、複数のき裂が発生・成長・合体するという複雑なき裂進展挙動を示す。そこで部材内部のき裂形状を正確に測定し、フレット疲労における微小き裂伝ばモデルの問題点を抽出し、モデルの構築を行う必要がある。本実験ではフレット疲労き裂の伝ば特性を調べるために放射光マイクロトモグラフィ（SR- μ CT）を用いてき裂の三次元的な形状の観察を行った。

2. 観察試料および観察結果

試験片および接触片の材料はチタン合金（Ti-6Al-V）である。2006年度の実験（2006B0216）では鉄基の析出強化型ステンレス鋼（SUS630）についてフレット疲労き裂の観察を実施したが、ステンレス鋼よりも吸収係数の小さいチタン合金を評価材料として選定した。あらかじめ、フレット疲労試験を実施しフレット疲労き裂を発生させた上で最終破断に至らずに短いき裂の段階での中途止めを行った。放射光で測定するためにフレット疲労き裂発生部から 0.9×0.9 mm断面の観察用試料を切り出した。

SR-CT撮影はビームラインBL19B2において、X線エネルギーを35keV、回転角度を0.5deg（透過像：計360枚）、カメラ試料間距離を1300mmとして実施した。光学的な予備観察においてき裂が明瞭であった試料の観察を行った。

今回得られたCT像の一例をFig.1に示す。観察領域のほぼ全域でき裂が観察されたが、得られたCT像より2006年度に実施（2006B0216）した 0.3×0.3 mm断面である析出強化型ステンレス鋼の場合と比較して3倍大きい試料においてもき裂の観察が可能であり、側面からの光学的観察よりも内部においてき裂長さが長い様子が確認できる。

Fig.2にFig.1に示したCT像の断面像を示す。Fig.2よりCT像からフレット疲労き裂内部への進展の様子が分かる。0.35mm程度の深さまでは表面に対して斜めに進展しており、位置およびその角度にばらつきが見られる。一方、0.35mm以降の深さでは表面付近よりも負荷方向に対し垂直に近い方向に進展しており、き裂の伝ばモードが遷移していることがわかる。またFig.2(b)に示したように、複数き裂の合体成長の痕跡が認められる。これらのき裂の合体は内部で生じており、表面からは合体成長の様子は確認できないことがわかる。

これらのようにフレット疲労き裂の成長過程を観察するという今回の観察目的として SR- μ CT が有効な手段であることがわかった。今回の観察ではき裂進展が進んだき裂であったため、今回よりさらに初期の段階で中途止めした試料の観察を行いフレット疲労き裂の伝ばモデルを構築することが課題である。

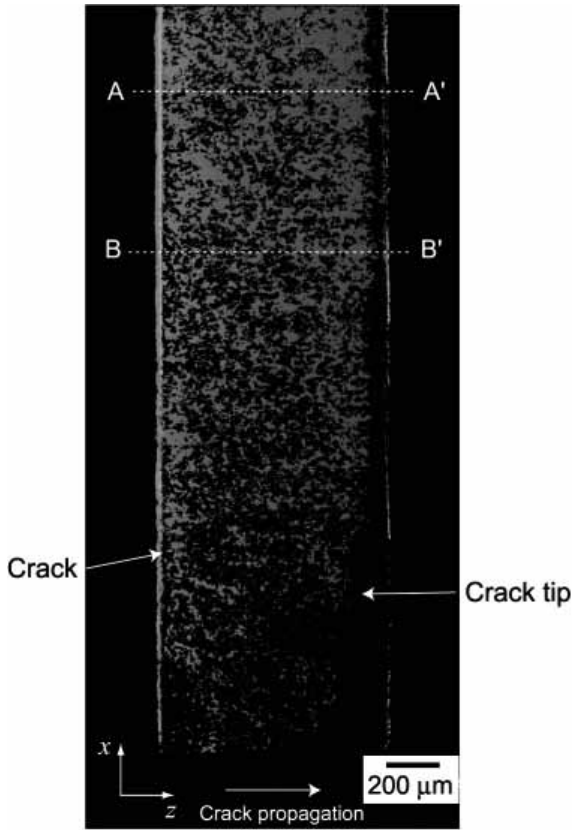


Fig. 1 CT image of crack tip shape

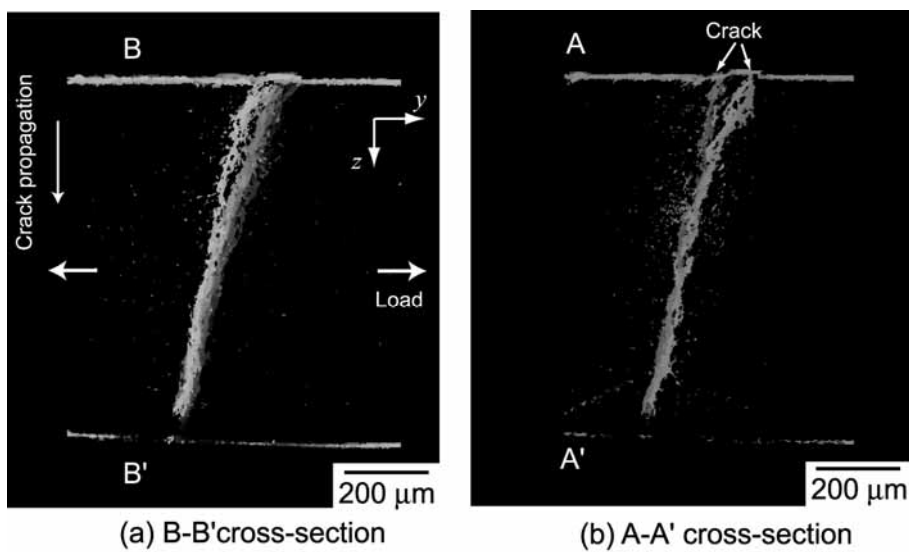


Fig. 2 CT image of crack propagation behavior