

非破壊材料信頼性評価

Keyword : 非破壊評価、疲労、クリープ、SCC、超音波、AE、電磁気

研究の背景

構造材料の供用中の信頼性を確保するためには、従来の非破壊検査として行われていた製造時の初期欠陥及び供用中に発生した欠陥検出に加え、材料の劣化・損傷度を評価して余寿命を求める手法の確立が求められている。

研究の狙い

代表的な時間依存型破壊である、疲労、クリープ、応力腐食割れ(SCC)を対象に、劣化・損傷進展過程(破壊進展過程)を、超音波(UT)、アコースティック・エミッション(AE)、電磁気(EMT)を用いて、非破壊で劣化・損傷進展過程をその場観察できる計測手法を開発する。

最先端研究トピックス

1) 非線形超音波・AEによる疲労損傷進展挙動評価

広帯域レーザ振動計を用いて、超音波疲労試験(20kHz)時の試験片端部の振動波形を非接触により検出して連続波形収録し、非線形超音波(分調波、高調波)及びAE信号を解析し、高強度鋼の非弾性変形挙動及び微視割れ進展挙動を評価した。図1に、最終破断前の分調波、第二、第三高調波、累積AE事象数を示す。疲労破断前の塑性変形、き裂進展挙動がその場観察できた。

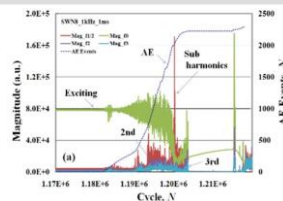


図1 疲労試験時の非線形超音波

2) マイクロセル型SCC試験のAE、ビデオマイクロスコープ(VMS)によるその場観察

SUS304薄板に曲げ負荷を与え、引張面に液滴(3mL)を付与して、恒温槽内でマイクロセルSCC試験を行い、AE計測を行うと同時に液滴上面に設けたカバーガラスを介してVMSを用いた、液滴内に発生するSCCの連続観察を行い、き裂発生時間及びき裂進展速度、AE源の同定を行った。図2に、SCC試験中にVMSで測定された液滴内のき裂長ささと累積AE事象数を示す。SCCは、ピット発生後に連続して進展したが、AEは主に水素バブルの発生に対応して検出された。

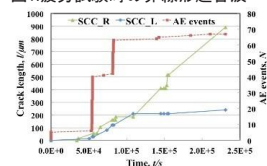


図2 SCC試験時のき裂長ささとAE

3) 渦電流による欠陥検出・劣化評価

複雑形状を有する銅合金製ロケットエンジン燃焼器のクリープ疲労損傷評価及び微視き裂検出を目的に、多重周波数による裏面からの渦電流探傷法を開発し、肉厚1mmの燃焼器内壁の深さ0.4mm(残肉0.6mm)の欠陥検出を行った。図3に、EDMスリットを冷却溝に導入した燃焼器モックアップ試験体に対して、AMRセンサを用いて2kHz及び20kHzの多重周波数渦電流探傷法を応用して、欠陥信号を抽出した例を示す。20kHzより表面のリフトオフノイズを抽出し、2kHzの信号から除去することで欠陥信号及び溝形状信号を明瞭に抽出できた。

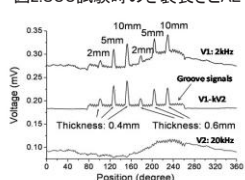


図3 多重周波数ECTによる欠陥検出

文献

- M. Shiwa, etc.:Materials Transaction, 51, 8(2010), 1401-1408.
- M. Shiwa, etc.:Materials Transaction, 55, 8(2014), 285-289.
- D.F.He, M. Shiwa: NDT & E International, 44, 5(2011), 438-441.

応用分野と今後の展開

- 社会インフラとして用いられている金属、コンクリート、セラミックス、複合材料等の構造材料の信頼性保証としての非破壊検査
- 権利化された特許(6件)

実用化へ向けた課題

- 材料はその供用条件で固有の劣化・損傷機構と破壊進展過程を有するため、各々の供用条件において破壊進展機構を明らかにし、非破壊計測信号との対応を求めたデータベース、マスターカーブを作成する必要がある。



構造材料研究拠点

上席研究員 志波 光晴

E-mail: SHIWA.Mitsuharu@nims.go.jp

URL: <http://www.nims.go.jp/NDE/>