

Stress Photonics 社 非接触赤外線応力測定装置(DT シリーズ)

大門静史郎

松下インターテクノ株式会社 NVH 事業部

1. はじめに

米国 Stress Photonics 社 DT シリーズは、赤外線カメラと高速プロセッサを搭載した非接触の応力測定装置です。赤外線カメラにはフォーカルプレーンアレイディテクタが内蔵されており、短時間で応力測定ができます。

2. Stress Photonics 社

Stress Photonics 社は、1988年5月に設立された北米の会社です。スタッフは機械工学をはじめ、エレクトロニクス、数学、物理など幅広い分野をカバーする研究者、技術者によって構成されており、応力・歪測定とその応用分野に関する高度な知識と技術を持っています。Stress Photonics 社は本装置をはじめとする赤外線カメラを応用した装置の開発、製造、販売、そして測定コンサルタントなど幅広い活躍をしています。

3. 動作原理

本装置は、1853年に Load Kelvin(ケルビン卿)によって定式化された熱弾性効果を基本原理とした非接触応力測定装置です。断熱状態にある気体を圧縮すると発熱し、膨張させると吸熱します。固体の場合も同様で、弾性的な体積変化によって温度変化を生じます。

断熱状態において、弾性限度内での主応力の和はこの温度変化に比例し、外部からの繰返し荷重の周波数には無関係な次式で示されます。

$$\Delta T = -K_m \cdot T \cdot \Delta \sigma$$

ここで ΔT : 温度変化量、 K_m : 物体の熱弾性定数、 T : 絶対温度、 $\Delta \sigma$: 主応力の変化量です。

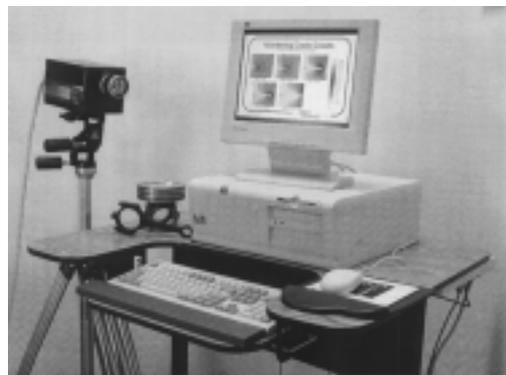
較正は、測定エリア内での一定の応力位置に貼られた歪ゲージから応力値を求め簡単に行なえます。

4. 製品概要

4.1 装置構成

本装置は高性能アレイセンサを搭載した赤外線

カメラと高速デジタル・ロック・インプロセッサ、Windows コンピュータ、制御/分析ソフトウェアで構成されています。

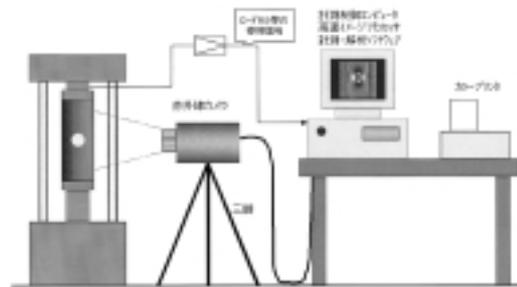


【図1 システム全体図】

赤外線カメラに装着される交換レンズは、一眼レフカメラのように簡単にレンズ交換ができ、幅広いアプリケーションに対応しています。

4.2 測定ブロック

図2にDTシステムの測定の概略を示します。



【図2 DTシステム測定概略】

ここで、疲労試験機(左)にセットされた被測定物にはある周波数で繰返し荷重がかけられています。荷重がかけられている被測定物は熱弾性効果の原理に基づいて、表面温度変化が生じています。この温度変化を赤外線カメラがとらえ、温度変化信号(赤外線信号・IR Signal)はコンピュータに内蔵さ

れている高速デジタル・ロックイン・プロセッサボードに入力されます。同時に図 2 では疲労試験機に取り付けられたロードセルの信号は参照信号 (Reference Signal)として高速デジタル・ロックイン・プロセッサボードに入力されます。高速デジタル・ロックイン・プロセッサボードはこれら二つの信号のすべてを同時に取り込み、二信号間の相関をとっています。これがロックイン・データ処理 (Lock-In Data Processing)です。このロックイン手法を採用することにより、参照信号と同期している温度変化成分だけを取り出すため、測定データは背景放射あるいは空調などの外乱の影響を受けません。

本装置は、疲労試験機などで繰返し荷重がかけられている被測定物のほかに、実稼動状態 (ランダムモード) や単発荷重 (インパクトモード) など、実際の使用状態に近い状態の荷重にも対応しています。その際の参照信号は歪ゲージなどの出力を用います。

5. 測定事例

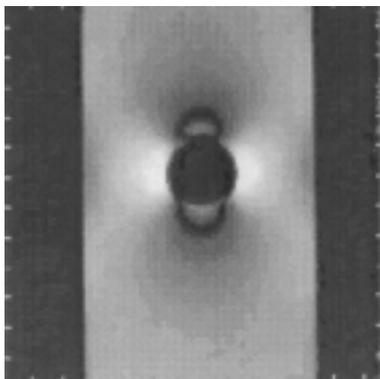
本装置は、次のようなアプリケーションに適用が可能です。

- ・応力集中をはじめ様々な応力分布の可視化
- ・数値解析モデルの検証
- ・構造物の保守・検査
- ・プロトタイプ相互比較
- ・複合材料の破損検出
- ・非破壊検査

ここでは、測定事例の一部をご紹介します。

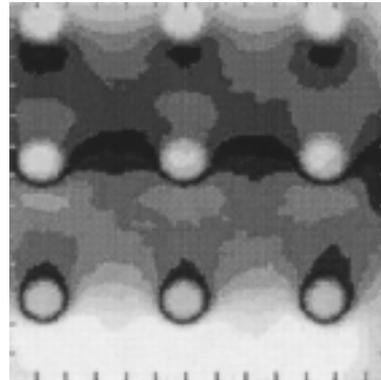
薄板 (円孔あり)

孔の開いた薄板を疲労試験機で荷重をかけたデータです。孔の上下部と左右部に応力集中が見られます。暖色と寒色の違いは引張り／圧縮を示しています。

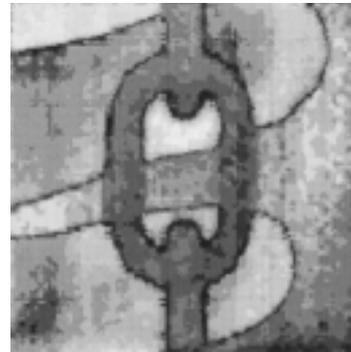


航空機関連

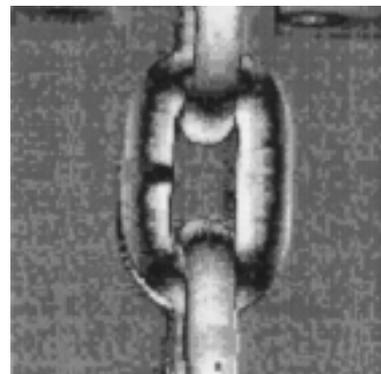
航空機構造用ファスナ継手の応力パターン。アルミ合金を3列のリベットで重ねています。



鎖 (チェーン)



一般的なサーモグラフィ画像 (チェーンの後ろは人の指)



応力パターン画像 (ロックインにより繰返し荷重信号に同期しているので人の指は映りません)

連絡先:

松下インターテクノ株式会社 NVH 事業部

〒141-0031 東京都品川区西五反田 8-9-5

電話: 03-3779-8672 (担当: 大門静史郎)

E-Mail: stress@tky.mitc.co.jp