

事業実績報告書

1. 事業概要 ※図や写真等を活用し、できるだけ具体的に記述してください。

1. 事業計画名

鈴鹿工業高等専門学校と連携した複合材の非破壊検査ロボットシステムの試作開発

2. 実施事項

はじめに、有限要素法ソフトウェア(COMSOL Multiphysics)を用いて渦電流センサの最適なコイル形状を数値計算し(ワークステーション Z240SFF Workstation、HP 20 千円)、新たに渦電流センサを開発して複合材(炭素繊維強化プラスチック)の非破壊検査実験を行った。次に、製作した渦電流センサと非破壊検査ロボットを組み合わせ、CFRPの渦電流探傷実験を行った。

図1に開発した渦電流センサによるCFRPの非破壊検査ロボットシステムを示す。非破壊検査ロボットは、Raspberry Piを用いてWi-Fi環境を導入した上で、WebIOPiを利用してGPIOと呼ばれるRaspberry Piの入出力ポートを制御した。PCからWebブラウザにアクセスし、GPIOの入出力を操作するための操作画面を作成した。また、ステッピングモーターの正転・反転を制御し、周波数を変化させることにより、トルクの回転数を制御できるプログラムを開発した。

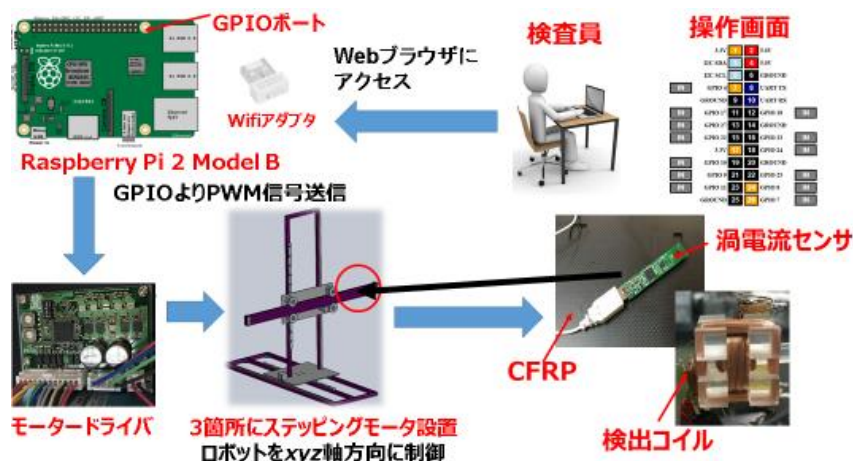


図1 開発した渦電流センサによるCFRPの非破壊検査ロボットシステム

図2に、非破壊検査ロボットによる渦電流探傷実験のシステム構成を示す。実験に使用する電子機器として、ファンクションジェネレーター(DSO-X 2002A、Agilent Technologies)、バイポーラ電源(PBA20-12、TEXIO)、電子電圧計(VP-960A、National)、ロックインアンプ(LI5640、NF)、アナログメータ式電子電圧計(M2177A、NF 18 千円)を用いた。ファンクションジェネレーターによって正弦波交流信号を生成し、バイポーラ電源に信号を送った。バイポーラ電源を用いることにより、コイルの励磁電流を増幅させることができる。電子電圧計では、コイルの励磁電流を測定した。ロックインアンプまたはアナログメータ式電子電圧計で、検出コイルによる出力電圧を測定した。励磁電流を0.5 A、周波数を400 kHzに設定した。CFRPの端から50 mmの位置にダブル方形直交形コイル(図2)を配置し、CFRPの欠陥部分を通過する出力電圧を測定した。

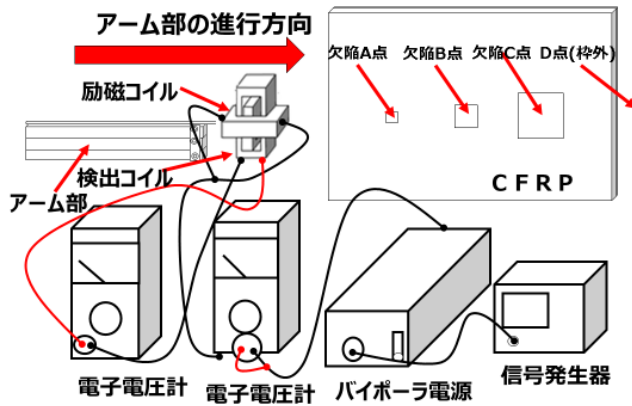


図2 非破壊検査ロボットによる渦電流探傷実験システム

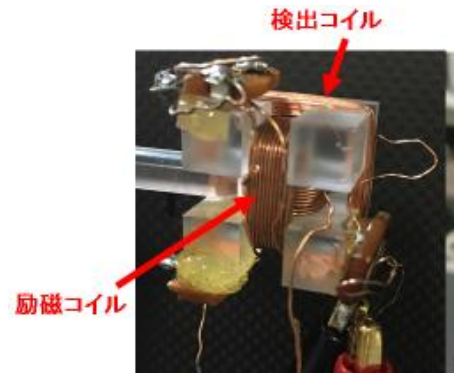


図3 ダブル方形直交形コイル

実験の結果、ロックインアンプを用いた場合、欠陥検出に十分なコイルの出力電圧変化を得ることに成功した。一方、アナログメータ式電子電圧計を用いた場合、欠陥検出に十分なコイルの出力電圧変化を得ることが難しかった。アナログメータ式電子電圧計の入力波形をモニタできる AC 出力からコイルのアナログ出力電圧波形を観察したところ、十分にノイズ成分を除去できていなかったためと考えられる。このノイズは、ロボットによるコイル走査時のガタ雑音に起因すると考えられるため、コイルの走査速度およびコイルの配置を検討する必要がある。

取り組み内容	実施者	実施時期				
		10	11	12	1月	2月
計画協議・機械搬入	パワービー伊藤				■	
A/D 変換プログラム設計	パワービー伊藤				■	
数値計算シミュレーションによる渦電流センサの設計	鈴鹿工業高等専門学校 板谷年也				■	
渦電流センサ製作・加工作業	鈴鹿工業高等専門学校 板谷年也				■	
作業進捗確認	パワービー伊藤					■
ロボットによる渦電流探傷性能実験	鈴鹿工業高等専門学校 板谷年也					■
渦電流センサから得られるデータの処理	鈴鹿工業高等専門学校 板谷年也					■
単体テスト	パワービー伊藤					■

取り組み内容	実施者	実施時期				
		10	11	12	1月	2月
最終総合テスト	パワービー伊藤					■

※交付決定日より前に発注、購入、契約等を実施したものは補助対象外となりますのでご注意ください。

※事業実施期間は、原則平成29年2月28日となります。事業完了日はこれに合わせること。

3. 事業の成果

※具体的な受注先や事業の成果について記載してください。

※事業化による雇用創出効果について記載してください。

Raspberry Pi を用いてステッピングモーター制御の非破壊検査ロボットを製作し、渦電流センサによる非破壊検査ロボットの各要素技術の開発に成功した。

CFRP は軽量・高強度・高剛性を持ち、航空機や電気自動車などで有効活用される次世代の素材である。

4. 今後の課題及び目標

コイルの最適化および渦電流センサから得られる欠陥データについて、ディープラーニングを用いた機械学習を行う予定である。