

3 インフラ劣化評価と保全計画のための 高感度磁気非破壊検査

研究責任者 岡山大学 大学院自然科学研究科 教授 塚田啓二

共同研究グループ 岡山大学、超電導センシング技術研究組合、(一財)発電設備技術検査協会、九州大学



研究開発の目的・内容

研究開発の目的

- 本研究開発では高感度磁気計測を用いた新規の非破壊検査を目指すものである。橋梁などの多くのインフラは、鋼材をもとにした構造物であり、それらの腐食や亀裂による劣化が問題となる。従来の磁気計測では表面のみの検査であったものを、本研究開発では、磁気センサの中で最も高い感度を有するSQUIDやMRを用いた検査装置を開発することにより、構造物の内部や裏面までも検査できる新しい磁気検査装置を実現する。
- 様々な鉄鋼構造物の腐食、亀裂形状による信号変化を解析する手法と計測方法の開発を総合的に行いインフラのメンテナンスマネジメントの指針を築く。

研究開発の内容

- 磁気検査基本システムの開発**：鉄鋼構造物における各種構造形状における欠陥に対応した磁気検査装置の開発を行うとともに、欠陥による信号抽出法とその表示法の開発を行う。これによりだれでも分かる欠陥の定量的かつ画像化を行う。
- フィールド検査用装置の開発と実地試験**：MRセンサを用いたポータブル検査装置と、SQUIDを用いた超高感度磁気検査装置の2種類の検査装置を実際のインフラに容易に設置できる装置機構と電源及び計測装置の可搬化を行う。この装置を用い実証試験を行い、その有効性を明らかにする。
- 社会実装**：新しい磁気計測方法の国内外での情報発信とその有効性認知活動を行う。また、同時にJISやISOの標準化を推進する。

現状の成果①

ポータブル検査装置

磁気センサを用いたポータブル検査装置

磁気抵抗素子(MR)を用いた非破壊検査装置は、極低周波から磁気応答特性を調べることができるので、表面のみならず、内部、裏面の欠陥を検査できます。また、装置構成を簡単にすることができるので、ポータブルな検査装置となります。

従来にない新しい検査方法として

- 極低周波渦電流検査法 (ELECT)
- 不飽和交流磁束漏洩法 (USAC)

を開発しました。

極低周波渦電流検査法(ELECT)は鋼板の腐食による減肉を検査できます。現在その性能として板厚16mmまで可能です。

不飽和交流磁束漏洩法(USAC)は鋼板のき裂を検査できます。現在その性能として表面だけでなく、内部き裂として深さ10mmのところにあるき裂を検出することができます。

これらの検査は塗装表面やさび表面からでも検査できるため、簡単に測定することができます。



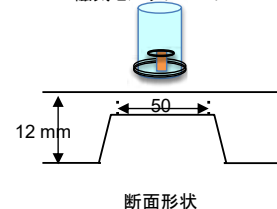
ポータブル検査装置

腐食検査用
磁気プローブ

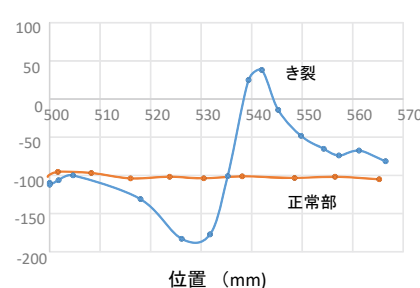
き裂検査用磁気プローブ

極低周波渦電流法(ELECT)

磁気センサプローブ



不飽和交流磁束漏洩法(USAC)



現状の成果②

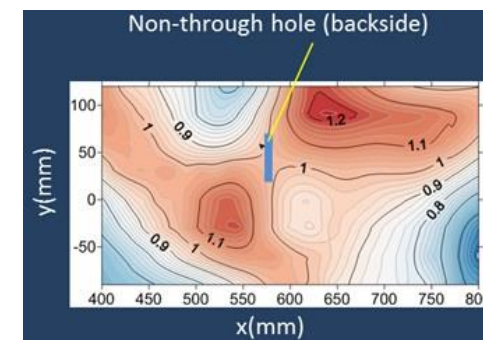
超高感度磁気検査装置

超高感度非破壊検査装置の開発

酸化物高温超伝導体を用いた超伝導量子干渉素子(SQUID)磁気センサは他の磁気センサに比べ桁違いに高い感度をもち、安価で扱いが容易な液体窒素による冷却で使用することができます。

近年、橋梁や都市部の高速道路に使用されている鋼床版について、裏面の溶接部から進展する疲労亀裂が保全上の大きな課題になっています。現在は、鋼床版の裏面から近づいての磁粉探傷や超音波探傷による検査が実施されており、磁気センサを用い舗装の上から検査を行う渦流探傷装置の開発が行われています。SQUID磁気センサの低周波での超高感度性能を利用することにより、舗装の上から従来の比べ小さな貫通亀裂や、さらに非貫通の亀裂を検査する装置の実現が期待されます。

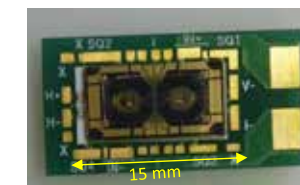
これまで、鋼板の非破壊検査に適した高感度かつ高い磁場耐性をもつSQUID磁気センサを開発すると共に、鋼板試験体を用い、センサから舗装の厚みに相当する距離にあるスリット状の非貫通欠陥を検出できることを実証しました。また、路上での検査に対応した非破壊検査試験装置を開発し、鋼床版試験サンプルを用いた性能評価を開始しています。



鋼板試験体の非貫通欠陥の検査例



路上検査対応試験機



SQUID磁気センサ

最終目標

新規磁気検査法の社会実装

