

トンネル磁気抵抗センサを用いた金属材の微小欠陥の検出

神原匠, 堺健司, 紀和利彦, 塚田啓二, 鈴木雄太*

(岡山大学大学院ヘルスシステム統合科学研究科, *神戸製鋼所 技術開発本部)

Detection of micro defects of metal materials using tunnel magnetoresistive sensors

T. Kobara, K. Sakai, T. Kiwa, K. Tsukada, Y. Suzuki*

(Graduate School of Interdisciplinary Science and Engineering in Health Systems, Okayama University

*Technical Development Group, Kobe Steel, Ltd.)

研究背景

現在の我国の発展に大きな役割を担っている高速道路, 新幹線などの社会インフラに用いられる材料には, アルミニウムや鉄といった様々な金属材料が用いられている. これらの材料の製造過程あるいは, 構造物としての加工中などで発生した表面あるいは内部の微小欠陥を防ぐには初期の段階で破壊することなく検出, 評価できる非破壊検査が求められている. 本研究では, トンネル磁気抵抗センサを用いた渦電流探傷法を用いて, 鉄鋼材などの磁性体やアルミニウムなどの非磁性体などの電磁特性が異なる金属材の微小欠陥の検出とその信号の違いを評価した.

実験内容

測定装置は, 発振器, 磁場印加コイル, ナノグラニューラトンネル型磁気抵抗素子センサ(TMR センサ:大同特殊鋼製 Z21), X-Y 自動走査ステージ(X 軸モータ, Y 軸モータ), ロックインアンプ, PC, 測定サンプルにより構成される(Fig.1). 発振器から交流信号を磁場印加コイルに印加すると同時に, 発振器からロックインアンプに参照信号を入力する. コイルにより交流磁場を測定サンプルに印加し表面に渦電流を誘導する. TMR センサにより測定サンプルからの磁場応答を計測した信号をロックイン検波し, PC でデータ解析を行う. 測定サンプルは, 鋼板(SPCC), アルミニウム板(150 mm×120 mm×10 mm)の2種類を用い, 各板表面に幅と深さが異なる円形欠陥を6種類形成した. 欠陥寸法について Table.1 に示す.

測定結果

解析より, 欠陥エッジ部での電流分布が大きくなり, 欠陥による渦電流の2次的な磁場分布の変化が確認できた. Fig.2 にアルミニウム板から得られた2次的な磁場による信号強度を示す. 欠陥エッジ部で, 信号強度は低くなっている. これは, 欠陥エッジ部で電流密度が大きくなるため, 発生する2次的な磁場も大きくなり, 印加磁場と欠陥信号の総和としてセンサの信号強度が低くなるためである. この磁気信号の変化はシミュレーションでも確認することができた. 磁性体と非磁性体で信号変化が異なることが分かった.

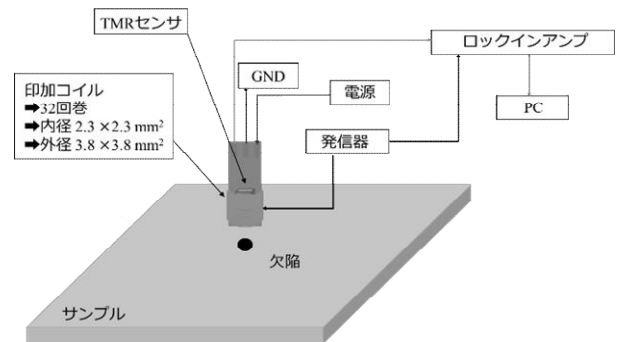


Fig.1 Measurement system

Table.1 Size of the sample

| Defect No. | ① | ② | ③ | ④ | ⑤ | ⑥ |
|------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|
| Width(mm) | 2.0 | 2.0 | 1.5 | 1.5 | 1.0 | 1.0 |
| Depth(mm) | 1.35 | 1.0 | 1.3 | 1.0 | 1.0 | 0.2 |

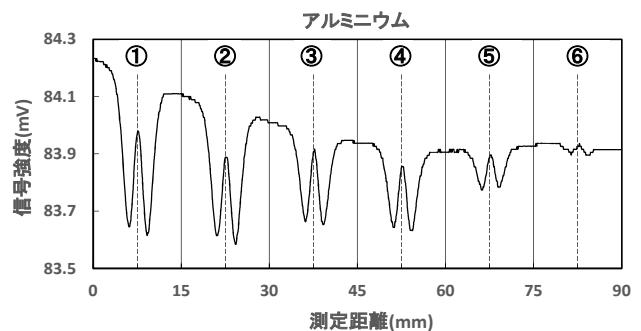


Fig.2 Signal intensity by the secondary magnetic field

参考文献

Y.Majima et al., Electromagnetic Nondestructive Evaluation, (2018), in press