

渦電流探傷試験の適用用途拡大を目指した 磁性・非磁性金属負荷時の共振特性

Resonance Characteristics of Magnetic and Non-Magnetic Metal Loads Aimed at Expanding the Application of Eddy Current Testing

久保達実¹⁾
指導教員 米盛弘信¹⁾

1) サレジオ工業高等専門学校 機械電子工学科 産業応用研究室

渦電流探傷試験は非破壊検査の一種であり、他の非破壊検査と比較して汚れない等のメリットがある。本研究では、SS400 鉄片と 1000 系アルミニウムを用いて探傷実験を行った。実験方法は、コイルとコンデンサを並列に接続し、LCR メータの周波数解析機能を用いて探査片の傷の有無による共振周波数の違いを観測する。傷の有無によって鉄片は 2kHz の差を確認し、アルミニウム片は 1kHz の差を確認できた。本稿ではアルミニウム片と鉄片の共振特性の違いを述べる。

キーワード：非破壊検査、渦電流探傷試験、共振周波数

1. はじめに

非破壊検査は、建築物や検査対象を破壊することなく検査できることから様々な用途に用いられている^[1]。その中でも渦電流探傷試験は、導体と非接触で傷の有無を確認することができるため、液体を用いた試験と比較して汚れないメリットがあり注目を集めている^[2]。本研究では、渦電流探傷試験の適用用途拡大や高精度測定を最終目的として、第一義的に共振特性を明らかにする。

本稿では、目的達成の第一段階として磁性金属(SS400 鉄片)と非磁性金属(1000 系アルミニウム)を用いた簡易的な探傷実験を行ったので、共振特性を示す。

2. 実験方法

図 1 に鉄片の探傷実験における測定環境を示す。導体には SS400 鉄片を用い、鉄片の切り込みがないものを(a)、切り込みがあるものを(b)とした。図 2 にアルミニウム片の測定環境を示す。アルミニウム片には、1000 系アルミニウムを用いた。切れ込みがないものを(c)、切れ込みがあるものを(d)とする。図 1 の鉄片(b)、図 2 のアルミニウム片(d)ともに、弓のこを用いて切れ込みをいれることで傷を表現した。本実験では、NF 社製 LCR メータ“ZM2376”の周波数解析機能を用いて周波数と電圧振幅を測定する。並列接続したコイルとコンデンサの両端にプローブを接続し、周波数を変化させ共振周波数を測定する。コンデン

サ C は $0.1\mu\text{F}$ 、コイル L は $17.45\mu\text{H}$ とした。

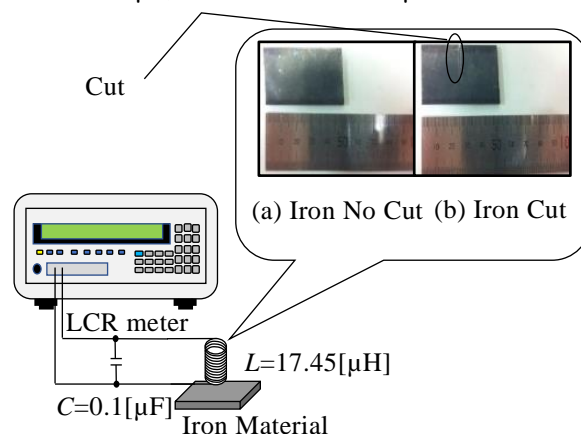


図 1 鉄片の探傷実験における測定環境

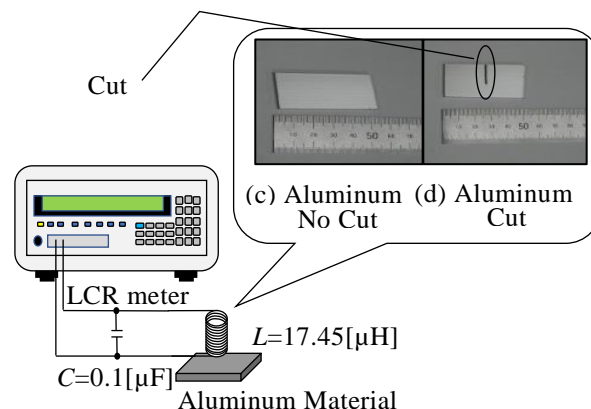


図 2 アルミニウム片の探傷実験における測定環境

3. 実験結果

図3に鉄片(a), (b)における共振特性を示す。図内の三角プロットは鉄片(a), 丸プロットは鉄片(b)を示している。図3より、鉄片(a)では、共振点が135kHzで最大振幅が76.11mV_{p-p}であるのに対し、鉄片(b)では共振点が133kHzで最大振幅が68.37mV_{p-p}であることを確認した。したがって、鉄片における傷の有無で共振周波数が2kHz、電圧振幅が7.74mV_{p-p}の差が生じていることが分かった。図4にアルミニウム片(c), (d)における共振特性を示す。図4内の三角プロットはアルミニウム片(c), 丸プロットはアルミニウム片(d)を示している。図4より、アルミニウム片(c)では、共振点が141kHzで最大振幅が73.49mV_{p-p}であるのに対し、アルミニウム片(d)では共振点が140kHzで最大振幅が68.01mV_{p-p}であることを確認した。アルミニウム片における傷の有無で共振周波数が1kHz、電圧振幅が5.48mV_{p-p}の差が生じていることが分かった。

4. 考察

共振周波数が増加した要因として、渦電流が切り込みを迂回して流れ、鉄片のインダクタンスが増加したと考えられる。共振周波数の式は

$$f_0 = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \quad \dots \dots \dots (1)$$

である。(1)式より、インダクタンス L の値が変化することで共振周波数 f_0 も変化するため、鉄片(a)と鉄片(b)に共振周波数の差が生じたと考える。また、アルミニウム片(c)とアルミニウム片(d)の探傷試験において共振周波数と電圧振幅の差が鉄片よりも、小さくなる要因は、アルミニウムの比透磁率が約1.0であるため傷の有無による変化が小さかったためと考えられる。

5. まとめ

本稿では、研究目的達成の第一段階として、鉄片とアルミニウム片を用いた基礎的な探傷実験を行い、共振特性を示した。その結果、鉄片に切り込みを入れることにより、共振周波数が低くなることを確認した。共振周波数が低くなった要因は鉄片のインダクタンス増加が考えられる。また、アルミニウム片の探傷実験において、共振周波数の差が鉄片と比較して小さくなった要因は、比透磁率が空気と同等(≒1.0)であるため、傷の有無による共振周波数の差が小さいことが考えられる。

今後は、傷の形状を変化させることや実際の試験と同じように金属管や角材の中に傷をつけ、共振周波数の変化を測定する予定である。さらに、

他の非磁性金属を用いて、探傷実験を行い、アルミニウム片および鉄片との違いを確認する。他方、コイルの形状を変化させて今回用いたコイルと比較し、共振周波数の差が大きくなるかを明らかにする。

参考文献

- [1] 田中涼, 笹山瑛由, 松尾政晃, 園福敬二:「磁性材料の検査に向けた低周波渦電流探傷法の開発」, 平成28年度電気・情報学会九州支部連合大会, 14-2A-03, p.353(2016)
- [2] 後藤雄二, 橋本光男:「渦電流探傷試験法」, 職業能力開発報文誌 VOL.11 No.2 (22), p.49

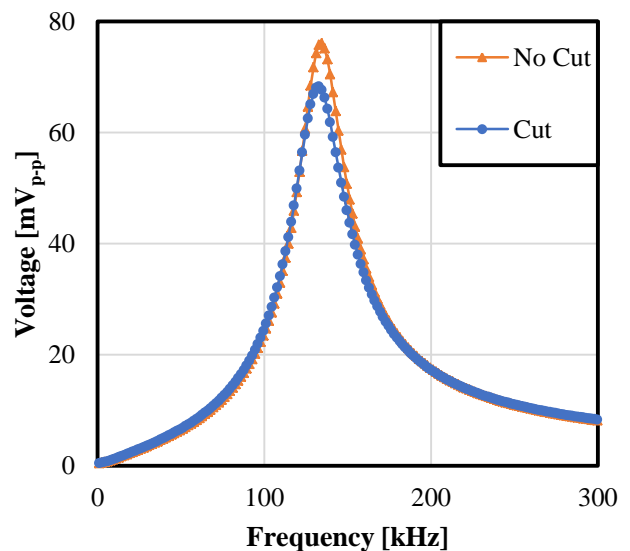


図3 鉄片における共振周波数の変化

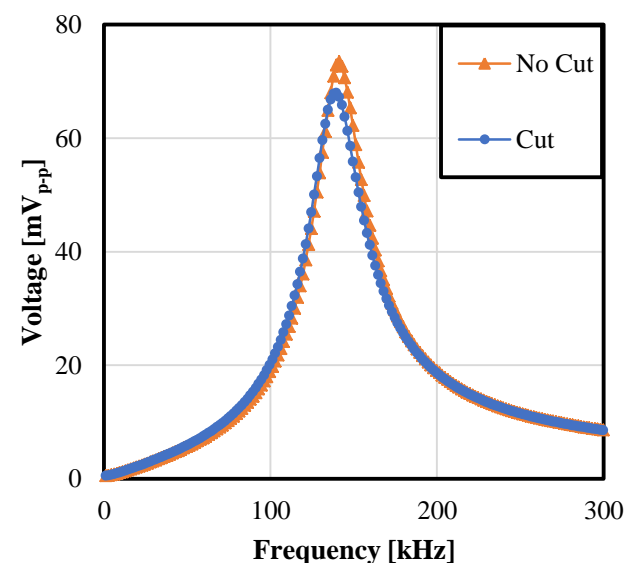


図4 アルミニウム片における共振周波数の変化