

TMR センサを用いた裏面欠陥の漏洩磁束探傷検査

志賀 啓秀、塚本 有哉、堺 健司、紀和 利彦、西川 卓男*、塚田 啓二
(岡山大学、*コニカミノルタ(株))

Detection of back-side defect by magnetic flux leakage method using TMR sensor

K.Shiga, Y.Tsukamoto, K.Sakai, T.Kiwa, T.Nishikawa*, K.Tsukada

(Okayama Univ., *Konica Minolta, Inc.)

研究背景

発電所や各種プラントなどの構造物で使用されている鋼板は内部を液体やガスといった流体が通るため裏面に欠陥が生じやすいため、欠陥を早期に検出する非破壊検査が必要である。放射線透過検査や超音波探傷検査がよく用いられているが、熟練者が必要であったり安全性の確保が難しかったりといった問題がある。そこで本研究では次世代の凡用高感度磁気センサとして期待されているトンネル型磁気抵抗素子¹⁾を用いて漏洩磁束探傷検査法により鋼板の裏面欠陥を正確かつ迅速に検出する非破壊検査装置の開発を行った。

装置構成

開発した非破壊検査装置は Fig.1 のように構成されており、発振器から発生させた交流信号を交流電流源で増幅させ、励起コイルに流す。コイルに巻かれた鉄心と測定試料である鋼板に磁気回路が形成される。測定試料の内部や裏面に欠陥が存在すると磁束が迂回するため空气中に迂回した磁束を TMR センサで検出し、ロックインアンプで位相検波することで欠陥を検出する。

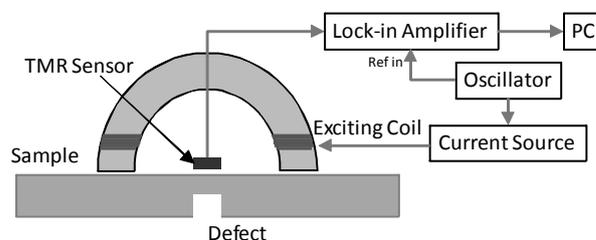


Fig.1 Measurement system of back-side

測定結果

試料には厚さ 8.6 mm の鋼板の裏面の中心に円形の欠陥を入れたものを用いており、欠陥径 Φ と欠陥深さ d が異なる試料を欠陥周辺 $20 \times 20 \text{ mm}^2$ を走査した。解析方法にはロックインアンプによって取得された磁場強度 B と位相 θ を式(1)に代入することで位相成分を考慮した磁場強度 B' が得られ $\lambda=10^\circ, 20^\circ, \dots, 180^\circ$ と変化させることで欠陥検出に最適な画像化を行った²⁾。

$$B' = B \sin(\theta + \lambda) \quad (1)$$

裏面欠陥形状 $\Phi=6 \text{ mm}$, $d=6 \text{ mm}$ 印加周波数 10 Hz のときの磁場強度 B のみのマッピング図、位相を考慮した磁場強度 B' ($\lambda=130^\circ$) のマッピング図を Fig.2 に示す。比較すると磁場強度のみのマッピング図より位相を考慮した図の方が欠陥が明瞭になった。次に周波数別による $\Phi=6 \text{ mm}$, $d=4 \text{ mm}$ のときのマッピング図を Fig.3 に示す。印加周波数 5 Hz の方が 50 Hz より欠陥が明瞭的になっていることがわかる。よって最適な周波数と λ を選ぶことで裏面欠陥を検出することができた。

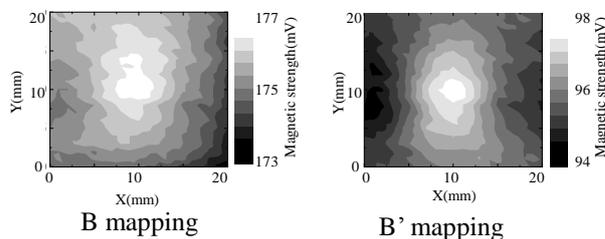


Fig.2 Two dimensional mapping of B and B'

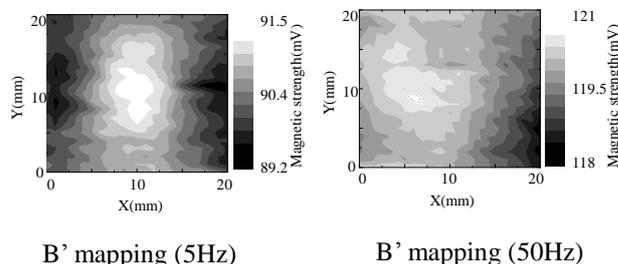


Fig.3 Two dimensional mapping at frequency of 5 Hz and 50 Hz

参考文献

- 1) 西川卓男,他,強磁性トンネル接合を用いた高感度生体磁気センサの開発,平成 25 年 9 月 18 日応用物理学会シンポジウム 18p-C15-5
- 2) Keiji Tsukada, et al.,NDT&E International, Vol. 43,pp.323-328(2010)