

音響誘起電磁法による鋼材の残留応力検査技術の開発

Development of a residual stress inspection technique in steel based on the acoustically stimulated electromagnetic method

農工大院工¹, IHI 検査計測² 電子磁気工業³○鈴木 優平^{1,2}, 山田 尚人¹, 尾崎 智裕³, 生嶋 健司¹Tokyo Univ. of A & T¹, IHI Inspection & Instrumentation², Denshijiki Industry³○Yuhei Suzuki^{1,2}, Hisato Yamada¹, Tomohiro Ozaki³, Kenji Ikushima¹

E-mail: s175294y@st.go.tuat.ac.jp

鉄鋼製品やインフラ構造物は供用時に狭隘部や溶接部に応力が集中し、破損リスクが存在する。そのようなリスクを評価するために、鉄鋼に加わる応力を評価・画像化する計測技術が求められている。我々は、鉄鋼のような強磁性体の磁気特性が応力に敏感であることに着目し、超音波を利用した磁気計測による応力評価技術の開発を推進している。

近年、歪磁効果に起因した音響誘起電磁 (ASEM) 応答[1]を利用した磁気計測手法が報告され、超音波を利用した新たな非破壊検査の可能性が期待されている[2,3]。また、ASEM 応答における実部 (音波と同期した交流磁場: 複素圧磁係数の実部 $d'(H)$) と虚部 (音波と位相が 90 度ずれた交流磁場: 複素圧磁係数の虚部 $d''(H)$) を位相検波により分離することにより、保磁力等の静的な磁気パラメータと高周波損失を正確に評価することが可能になっている[4]。前回の発表において、鋼材の引張試験により、信号振幅 (複素圧磁係数の絶対値 $|d(H)|$) が応力依存性を示すことを報告した。今回の発表では、信号波形の位相解析を施し、実部と虚部の挙動を報告すると共に、応力依存性のメカニズムについて議論したい。

本研究で用いた試験体は、厚さ 6 mm の炭素鋼板である。鋼板の圧延方向に磁場と引張応力を加え (図 1)、実部と虚部のヒステリシス曲線を解析した (図 2(a)、2(b))。実部の曲線は B-H 曲線と類似しているが、正確には複素圧磁係数の実部 $d'(H)$ に対応している。まず、実部に着目すると、保磁力、残留磁化に起因した信号、初期磁化過程における傾きなど、応力評価において指標となりうるパラメータが複数確認される。一方、今回用いた試料では虚部はほとんど無視できることが判明した。

[1] K. Ikushima *et al.*, Appl. Phys. Lett. **89**, 194103 (2006). [2] H. Yamada *et al.*, Rev. Sci. Instrum. **84**, 044903 (2013). [3] H. Yamada *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **54**, 086601 (2015). [4] H. Yamada *et al.*, Jpn. J. Appl. Phys. **57**, 07LB09 (2018).

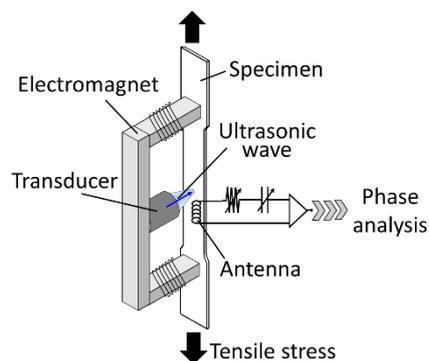


図 1 実験セットアップ

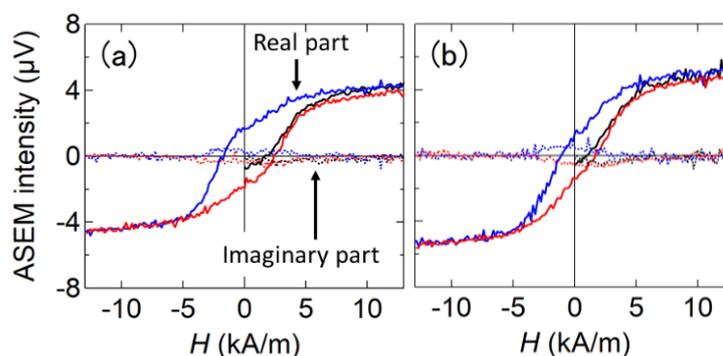


図 2 ASEM ヒステリシス曲線の応力依存性 (a)引張応力 0 MPa, (b)引張応力 250 MPa