音響誘起電磁法を用いた溶接鋼材における残留応力分布の評価

Evaluation of residual stress distribution in welded steel by using acoustically stimulated electromagnetic method

農工大院工 [1]， ＩＨＩ検査計測 [2]
○鈴木 優平 [1,2]， 市川 裕一 [1]， 山田 尚人 [1]， 生嶋 健司 [1]
Tokyo Univ. of A & T[1], IHI Inspection & Instrumentation[2]
°Yuhei Suzuki[1,2], Yuichi Ichikawa[1],Hisato Yamada[1], Kenji Ikushima[1]
E-mail: s175294y@st.go.tuat.ac.jp

鉄鋼製品は製造工程で内部に残留応力が蓄積し、製品使用時に外部からの圧力が加わると狭隘部や溶接部に応力が集中し、破損リスクが発生する。そのようなリスクを事前に評価するために、鉄鋼内部に存在する残留応力を評価・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に応答することに着目し、超音波を利用した磁気計測 (音響誘起電磁(ASEM)法) [1-3]による応力評価技術の開発を推進している。ASEM 法は、集束超音波の照射によって発生する交流磁場をループアンテナ（コイル）で検出することにより、局所的な領域の磁気情報を取得する方法である。

我々はこれまでに、リング状の試験体を用いて ASEM 法で測定した極小値がその素材の保磁力に相当することを示した。次に引張試験によって、保磁力が引張応力に対して単調減少を示すことを明らかにし、保磁力から応力への変換パラメータを求めた。今回の実験では、溶接によって意図的に引張応力を導入した試験体を用いて、未知の応力状態を ASEM 法によって明らかにすることを試みた。

本研究では溶接を施した厚さ 6 mm の炭素鋼板を使用した。溶接プロセスにより、鋼板には中央部から周囲に向かって応力勾配が生じていると考えられる。複数の位置で ASEM 測定(Fig. 1)を実施し、ASEM ヒステリシス曲線の極小値（保磁力H_c）を求めた（Fig. 2(a)）。次に変換パラメータを用いて各測定位置の保磁力を応力へ変換した（Fig. 2(b)）。得られた応力分布は溶接部より溶接部周囲の方が小さく、定性的には妥当な結果である。講演では、他の残留応力測定法の結果と比較し、残留応力の定量評価に対する妥当性についても議論する。

[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).

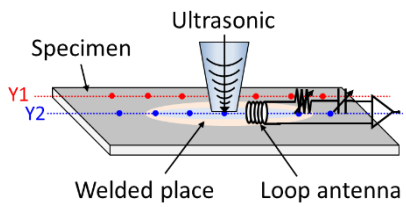

Fig. 1 Schematic of experimental setup

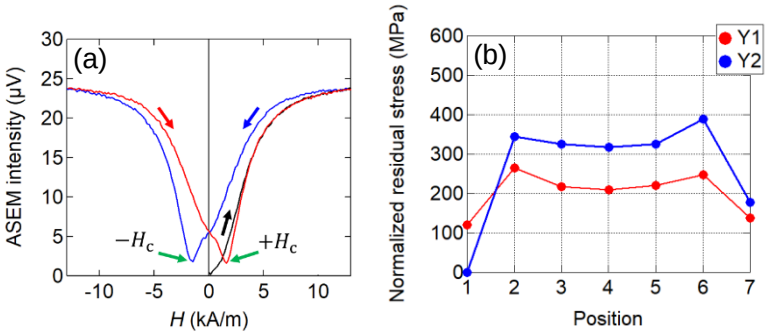

Fig. 2 (a) ASEM hysteresis curve. (b) Residual stress distribution obtained by the ASEM method.