

引張応力を加えたオーステナイト系ステンレス鋼の局所的磁気特性

石渡真, 鈴木健司, 高瀬つぎ子, 山口克彦
(福島大学)

Local magnetic properties of austenite stainless steel applied tensile stress

M. Ishiwata, K. Suzuki, T. Takase, K. Yamaguchi

(Fukushima Univ.)

はじめに

構造材料として広く用いられているオーステナイト系ステンレス鋼は、その機械的な劣化時に局所的なマルテンサイト相 (α' 相) を生じ微小領域に磁性を発現させることが知られている。安全性の向上のために磁性変化を検出して劣化度合いを評価することが注目され、圧痕を与えた点等で生成される強磁性的領域がマイクロ磁気光学カー効果 (μ -MOKE) 測定、MFM 測定によって確認されてきた¹⁾。しかし、これらの計測は、表面の凹凸が計測結果に影響を及ぼす可能性があるため、鏡面の試料から磁区観察と μ -MOKE 測定を同一視野で行っていくことが信頼性の高い局所的磁気特性を得るために有用である。

破断に至らない引張応力を加えた応力集中部をマイクロに見ていくと、一部に α' 相へと変態していない母相オーステナイト相 (γ 相) が残っているものと考えられる。そこで、本研究では、微小領域で種々の磁気特性を有していると考えられるオーステナイト系ステンレス鋼の局所的磁気特性を磁区観察と μ -MOKE 測定から明らかにすることを目的とする。

実験方法

使用した試料には SUS304 を真空中で溶体化処理 (1050°C, 30 分間) を施したものをを用いた。引張応力の印加には材料試験システム (INSTRON 社製 5543) をを用いた。室温にて、0.5mm/min の引張速度で 350MPa (破断応力の約半分) までの引張応力を加えた。バルク試料の磁気特性は磁気特性測定装置 (Quantum Design 社製 MPMS) をを用いた。局所的磁気特性は、ネオアーク社と開発した μ -MOKE 磁力計 (BH-PI7892)²⁾ によって磁区観察から測定箇所を定めて測定した。

実験結果

Fig.1 はバルク試料の磁気特性である。応力を加えた後の試料は、強磁性的な性質を示していることが分かる。Fig.2 に引張応力を加えた後の磁区観察像を示す。図中の矢印は引張方向を示している。鏡面試料から、磁区観察によって、結晶粒面上に引張方向に対して斜め方向に発生する結晶構造の変化した線 (リュウダース帯) が観察され、異なる磁性領域が混在していることが確認できた。Fig.3 は、Fig.2 のリュウダース帯 (A 点) と母相面上 (B 点) での μ -MOKE 測定による局所的磁気特性である。A 点が B 点より大きな保磁力、残留磁化を示したことから、リュウダース帯が α' 相を主体とした磁性領域であることが分かる。リュウダース帯においては、発生する方向性等によっても異なった局所的磁気特性が得られる。

以上のように、鏡面試料において、磁区観察と μ -MOKE 測定を用いることで、引張応力によって表出したリュウダース帯の局所的磁気特性が得られた。

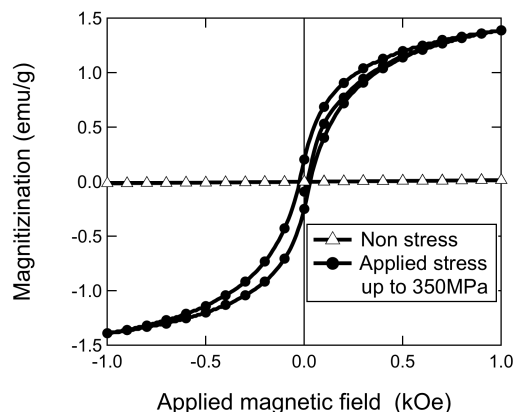


Fig.1 Magnetic hysteresis loop of SUS304 at 300K.

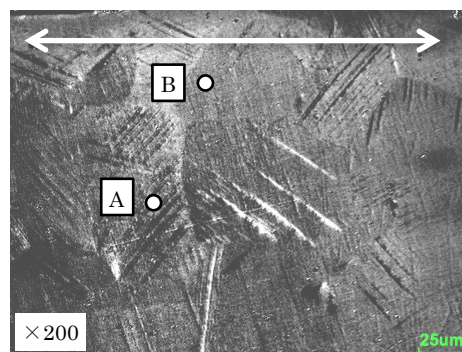


Fig.2 Magnetic domain scope observation image at difference magnetic field ± 900 Oe.

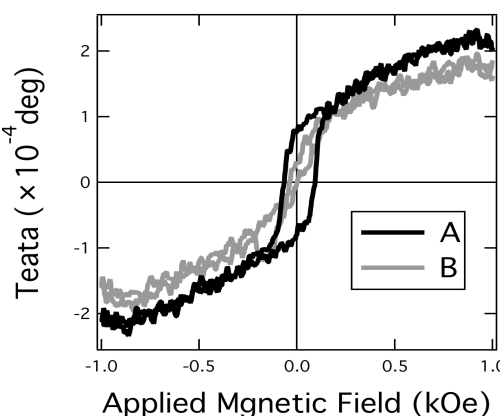


Fig.3 Magnetic hysteresis loops at A and B in Fig.2.

参考文献

- 1) J. Sort, et. al, appl.phys.letters, 89, 032509, 2006
- 2) K. Suzuki, et. al, Przegląd Elektrotechniczny, R. 89, NR 2b, 28-31, 2013