

渦電流センサによる SUS304 鋼管レーザー溶接継手の内部欠陥検出評価

*矢崎 耕平^{1,2}, 杉村 佳奈子², 曾根原 誠², 佐藤 敏郎², 島津 進¹(¹高島産業株式会社, ²信州大学)

Evaluation on internal defect detection for laser welding joint on SUS304 pipe using by eddy current sensor

K. Yazaki^{1,2}, K. Sugimura², M. Sonehara², T. Sato², S. Shimadu¹(¹Takashima Sangyo Co., Ltd., ²Shinshu University)

はじめに

レーザーの出力不足により生じる溶接継手の内部未溶接欠陥は、破損の原因となり得るため、医療部品では特に非破壊による全数検査が望まれている。筆者らは、Fig. 1 に示す構造の渦電流センサを用いて SUS304 鋼管溶接継手の内部未溶接欠陥の検出を検討している¹⁾。SUS304 鋼管は、加工履歴によって磁化特性が変化するため、センサの設計、試作に先立ち、その物性値を明確にしたので報告する。

実験方法

SUS304 鋼管 (手島精管(株)製) をファイバーレーザー (IPG Photonics 製) を用いて Fig. 2 の条件で溶接し、溶接部の磁化特性と組織を評価した。磁化測定用の試料は Fig. 2 のように研削で切り出し、振動試料型磁力計 (VSM, 理研電子(株)製; BHV-55) により静磁化曲線を測定し、そこから最大比磁化率を求めた。切り出す溶接部のサイズは、最も溶接幅が広がるレーザー溶接出力 150 W のサイズに合わせて $410 \mu\text{m} \pm 10 \mu\text{m}$ とし、VSM の印加磁界は Fig. 1 の渦電流センサの励磁方向と同様に SUS304 鋼管の軸方向とした。また、径方向に破断した溶接部をエッチングしてオプトデジタルマイクロスコープ (オリンパス(株)製; DSX500) により組織観察を行った。

実験結果

Fig. 3 に各出力で溶接した溶接部の最大比磁化率を、Fig. 4 に組織観察写真を示す。Fig. 3 より、レーザー溶接出力が 120 ~ 150 [W] において最大比磁化率はほぼ一定であるが、レーザー溶接出力が 105 W になると最大比磁化率が 3 倍ほど高くなった。また、Fig. 4 からレーザー溶接出力 135 W までは内部まで十分に溶接されているのに対し、レーザー溶接出力 105 W では内部が十分に溶接されておらず、溶接された部分の組織はオーステナイト相であるのに対し、未溶接部分には加工誘起マルテンサイト相が認められる。このことから、レーザー溶接出力 105 W では磁化測定サンプル内部に未溶接部、マルテンサイト相が多いため磁化が高くなったと考えられる。

以上の結果から、レーザー出力が低下した際に生じる内部未溶接欠陥は、十分に溶接されたものと比較して比磁化率が高くなり、空隙を有するため、渦電流センサによる欠陥検出が可能であると考えられる。当日は、試作した渦電流センサの欠陥検出性について報告する。

参考文献

1) K. Sugimura, et al.: 2014 Annual Conf. FMS IEEJ (2014).

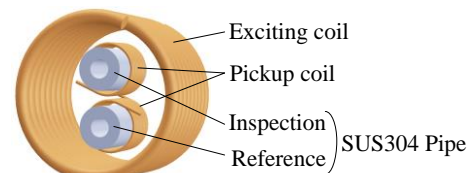


Fig. 1 Eddy current sensor

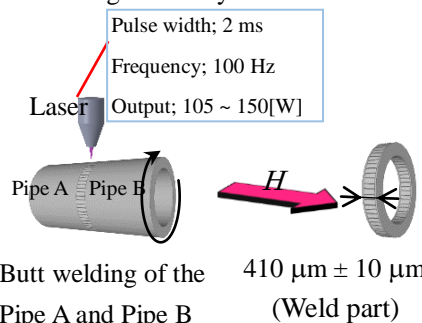


Fig. 2 Manufacture of magnetization measurement sample in laser welding joint of SUS304 pipe

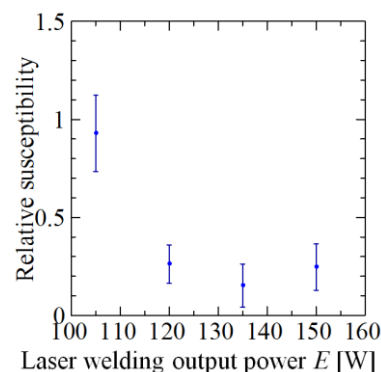


Fig. 3 Relation between laser welding output power and relative susceptibility in laser welding joint of SUS304 pipe

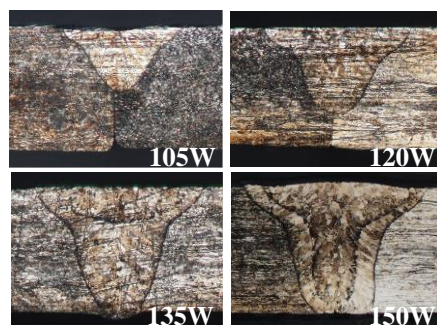


Fig. 4 Micrograph of weld part in laser welding joint of SUS304 pipe