

突合せ配管内壁からのレーザー溶接部分に対する EMAT 探傷の試み

EMAT-Guided Wave Approach for Detecting and Quality Evaluation of the Laser Beam Butt Welding Line on the Inner Surface of the Steel Pipe

日本原子力研究開発機構	古澤 彰憲	Akinori FURUSAWA	Member
日本原子力研究開発機構	西村 昭彦	Akihiko NISHIMURA	Member
日本アドバンステクノロジー(株)	鳥本 和弘	Kazuhiro TORIMOTO	
エーテック(株)	竹仲 佑介	Yusuke TAKENAKA	
サンリツオートメーション(株)	西條 慎吾	Shingo SAIJO	
サンリツオートメーション(株)	外山 亮治	Ryoji TOYAMA	

The aim of this work presented here is to investigate the applicability of the guided wave testing to detect and evaluate the quality of laser beam butt welding line. First, four test pipes were prepared. All of the pipes were laser beam butt welded from inside of the pipe using laser torch. Two pipes of them were high-quality welded, the others were low-quality. Two different pipe-wall-thicknesses were in each quality. Secondly, Laser beam butt welding line detection and the quality evaluation experiments were performed. T(0,1) mode guided wave was excited and received by electromagnetic acoustic transducer array. Finally, the experimental results were analyzed and issues concerning with the applicability of the guided wave testing to detection and quality evaluation of the laser butt welding line were discussed.

Keywords: Ultrasonic, Non-destructive Testing, Structural Health Monitoring, Torsional mode.

1. はじめに

近年のレーザー光技術の発展は目覚ましく、広く産業に応用されている。日本原子力研究開発機構レーザー共同研究所においてもこれまでにレーザーを用いた原子力プラントの保守・保全技術の開発を行っており[1-2]、安全・安心な社会の構築に貢献してきた。そのなかでも配管のレーザー溶接技術は、遠方から操作可能であること、溶接状況やレーザー照射位置をモニタしながら作業可能であること、従来のアーク溶接のような感電災害やヒュームへの曝露がなく作業者の安全確保が容易であることから、プラントメンテナンス技術の一翼を担うと期待される。

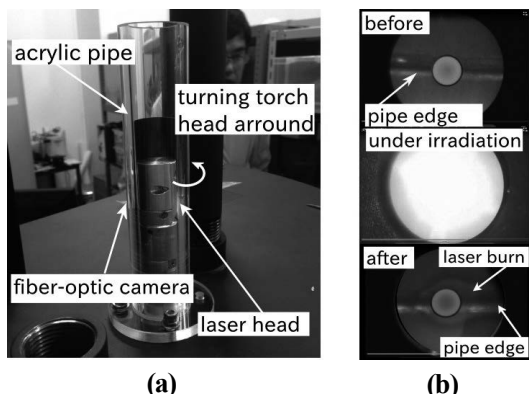


Fig.1 (a):Laser Beam Welding Torch, (b):Operation Screen

連絡先:古澤彰憲、〒914-8585 福井県敦賀市木崎65-20、日本原子力研究開発機構敦賀事業本部レーザー共同研究所、E-mail: furusawa.akinori@jaea.go.jp

Fig. 1 にこれまでに開発した配管突合せ溶接に使用するレーザー溶接トーチと溶接モニタ画面を示す。

レーザー溶接技術が広く応用されるにつれて、それらの溶接線を有する配管の数は増大していくと考えられる。一方、これらの溶接品質は現状目視点検するほかなく、遠隔操作・常時設置可能な溶接品質評価技術が望まれる。

本報告ではこれら配管のレーザー溶接線に対して高速・広範囲の非破壊評価が可能なガイド波検査を行い、溶接品質と検出信号の相関について調査する。ガイド波がレーザー溶接線の品質評価スクリーニングに対して適用可能であるかを検討する。

2. 突合せ溶接配管の作成

突合せ溶接配管の作成方法は、同径、同肉厚の SS400 炭素鋼配管を 2 つ用意し、突合せた後、配管内部にレーザー溶接用トーチを挿入する。トーチより配管内側の突合せ部に対してレーザーを照射し、溶接する。実験に用いる突合せ溶接配管を Fig.2 に示す。配管肉厚は、1.6[mm]、2.3[mm]の 2 種類用意し、レーザー溶接後の配管長手方向長さは 1.3[m]とする。突合せ溶接する配管のエッジはグラインダを用いて荒くし、溶接品質が低下するようにした。レーザー溶接線は配管終端から 300[mm]の位置に設定し、レーザー源には IPG-YLR-300-AC(CW/300[W])を使用した。

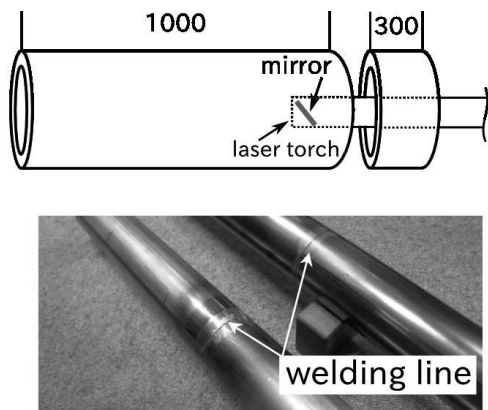


Fig.2 Schematic illustration of the Laser Beam Butt Welding and the actual test pipe.

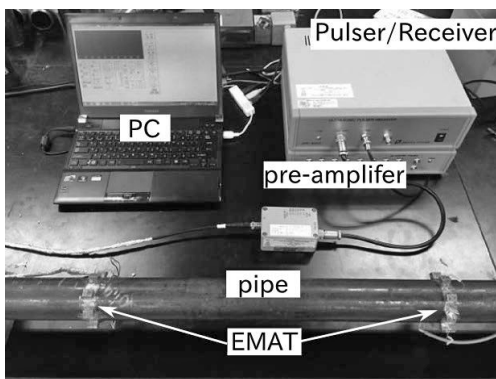


Fig.3 Overview of the Guided wave testing system

3. ガイド波検査システム

本報告で使用する EMAT ガイド波検査システム[3] を Fig.3 に示す。ガイド波送受信素子として EMAT を使用した。EMAT は2つの磁石とレーストラック型コイルを用いた、いわゆる SH 波型 EMAT とし、磁石にはサマリウムコバルト磁石を使用した。送受信ともに8個ずつの EMAT を配置し、T(0,1)モードガイド波を励起させるため、磁束方向は配管円周方向となる向きとした。

4. 実験結果

Fig.4 にレーザ突合せ溶接線のガイド波探傷実験結果を示す。Fig.4 (a)が配管肉厚 1.6[mm], Fig. (b) が配管肉厚 2.3[mm]である。Fig.4 中の点線で囲った波束は不感帯である。次に励起したガイド波束が受信位置で直接観測される波束、レーザ溶接線の検出信号、配管端からの反射信号となっている。配管肉厚 1.6[mm]、2.3[mm]いずれの場合においてもレーザ突合せ溶接線検出信号は明瞭に検出できており、ガイド波によるレーザ溶接線の検出が可能であることが確認できた。

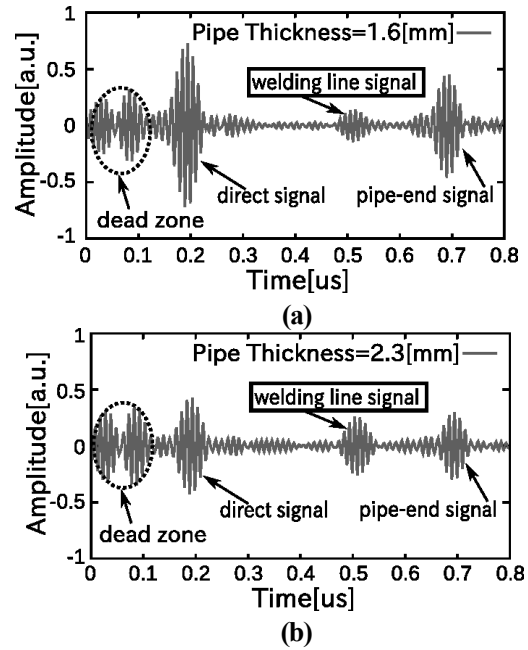


Fig.4 Comparison of guided wave signals. (a) is of 1.6[mm] thickness pipe and (b) is of 2.3[mm].

一方、レーザ溶接線検出信号強度は、配管肉厚に応じて異なっており、肉厚が薄い場合の方が検出信号強度は小さくなっている。また、レーザ溶接線を目視で確認すると、肉厚 1.6[mm]の方がより荒く 2.3[mm]の方が均一な接合をしており溶接品質の良い場合の方が検出信号強度は大きくなっている。鋭利な配管端面を高品質でレーザ溶接した検出信号との比較については発表時報告する。

今後の課題として、配管肉厚、溶接品質などガイド波検出信号に影響を与えるパラメータの抽出と整理が挙げられる。

謝辞

本研究では神戸大学大学院システム情報学研究科小林・中本研究室の実験装置を借用した。ここに謝意を示す。

参考文献

- [1] 寺田, 西村ら, “レーザー加工トーチを用いた配管表面肉盛溶接技術の研究”, 保全学, Vol. 13, No. 4, 2015, pp.87-94.
- [2] A. Nishimura, et al, “Demonstration of Heat Resistant Fiber Bragg Grating Sensors Based on Femtosecond Laser Processing for Vibration Monitoring and Temperature Change”, JLMN, Vol. 9, No. 3, 2014, pp. 221-224.
- [3] A. Furusawa, et al., “Mode control of guided wave in magnetic hollow cylinder using electromagnetic acoustic transducer array”, NET, Vol. 47, No. 2, 2015, pp. 196-203.