

石川島播磨重工業（株）

○森田 一郎，大脇 桂

佐藤 秀一

Underwater YAG Laser Repair Welding Technique on Fillet Weld Zone of Stainless Vessel.

by Ichiro Morita, Katsura Oowaki, Toshio Kojima, Kazuyuki Tsuchiya

キーワード: YAG レーザ, 腐食, 補修溶接, 隅肉継手 Keywords: YAG Laser, Underwater welding, Overlay welding, Fillet joint, Stainless steel

1. はじめに

プラントにおけるステンレス容器内面の腐食による減肉対策として、我々は、従来の TIG 手溶接による肉盛補修に代わり、既開発の水中遠隔ロボットを用いた水中 YAG レーザ溶接技術の開発を進めている。本工法はレーザ照射ノズルからのシールドガスによる局部遮水方式であり、小型ロボットに搭載可能なことが特徴である。本工法により、作業者の被爆低減、水抜きやタンク内の洗浄、足場設置等の工程の省略、材料への熱影響の低減等の利点が見込まれる。既に水中遠隔点検技術として実機適用している

水中溶接施工の健全性については既に確認し、(財)発電設備技術検査協会による確性試験に合格した。これは母材および突合せ溶接部のみを対象とするものであったが、今回、タンク内ノズル取付け部等に最も需要が見込まれる隅肉溶接部への適用拡大を図り、水中溶接施工試験を行った。その中から、本稿では隅肉溶接部の入熱条件と溶け込み形状、継手特性の確認およびモックアップ溶接試験結果について報告する。

2. 溶接部の入熱条件と溶け込み形状

適用する開先形状の、母材部、突合せ溶接部への施工との比較を Fig.1 および Table.1 に示す。今回は母材の貫通のみならず溶接金属部の貫通による隅肉溶接未溶着部(隙間)上への溶接を避けるため、溶接部残板厚ではなく溶接部残のど厚を管理項目とした。

開先内への多層多パス溶接を実施し、適用する溶接姿勢(下向水平、上向水平、立向上進)毎に、単位溶接長あたりの入熱量 $P/Vt [J/cm]$ と単位溶接長あたりのワイヤ供給量 Vw/Vt による溶接可否の確認を行った。試験範囲は、確性試験取得条件範囲の標準条件および確認条件とし、下向水平溶接では平板および突合せ溶接時の下向溶接と同等範囲とした(fig.2)。レーザ出力 2.5~3.2kW、焦点外し距離 10mm、シールドガス(Ar)流量 25l/min、水深 0.3m とし、実機を模擬して溶接部裏面は大気中とした。板厚 4mm において、残のど厚 2mm における断面マクロ写真を Fig.3 に示す。

3. 溶接部の健全性

水中溶接部の健全性確認のため、上記条件範囲における板厚 4mm および 20mm での多層パス溶接を実施し、外観観察、断面マクロ観察、放射線透過試験、引張り試験(JIS Z 3131)および曲げ試験(JIS Z 3134)を実施した。試験結果の一例を fig.4 に示す。外観観察、断面観察、放射線透過試験では全て無欠陥。引張り試験では、破断位置は母材または TIG 溶接部であり、水中レーザ溶接部では破断しなかった。曲げ試験では溶接部に割れは生じなかった。

4. モックアップ溶接試験

実機を想定した半径 3m のステンレス製容器内で、水中溶接ロボットを用いたモックアップ溶接試験(Fig.5)を行った。立向上進、下向水平、上向水平の各姿勢での隅肉溶接部上への肉盛り溶接を実施し、外観、断面観察、放射線透過試験により溶接品質が良好である事を確認した。

5. まとめ

隅肉溶接部上への、裏面大気環境、溶接部のど厚 2mm 以上における下向水平、上向水平、立向上進各姿勢で
溶接学会全国大会講演概要 第72集(2003-4)

の水中 YAG レーザ補修溶接を実施、欠陥がなく引張り・曲げ性も良好な溶接部が得られることを確認した。また、水中溶接ロボットによる実機モックアップを行った。今後更にシステム全体としての信頼性拡大に努めていく。

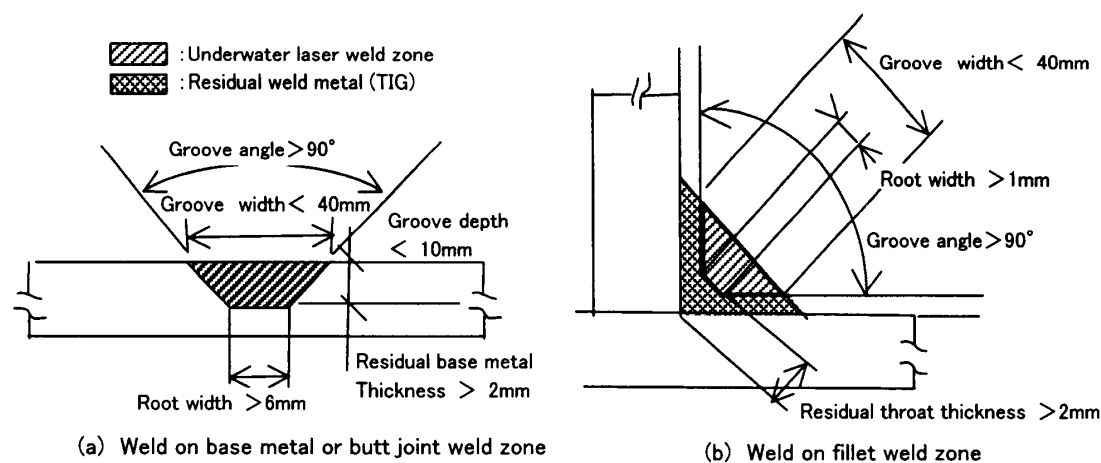


Fig.1 Groove shape for Underwater Laser Welding

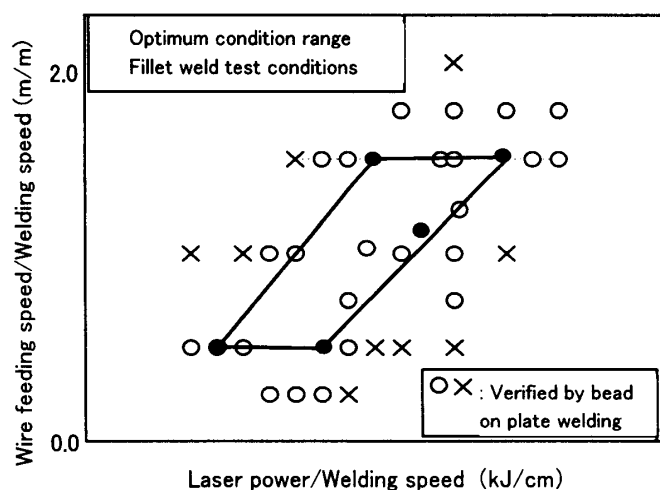


Fig.2 Weld Condition on base metal, butt weld zone and fillet weld zone
Weld on base metal or butt joint weld zone: Residual base metal Thickness 2-4mm, flat position
Weld on fillet weld zone: Residual throat thickness 2-4mm, horizontal fillet position

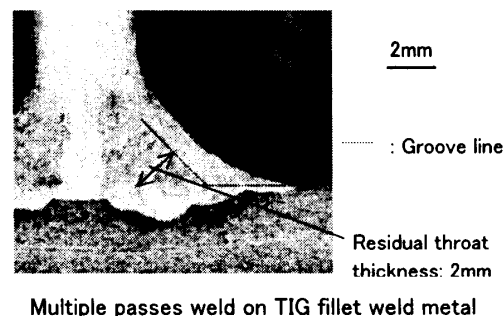


Fig.3 Cross sections of weld bead
Base metal thickness: 4mm, Horizontal fillet position

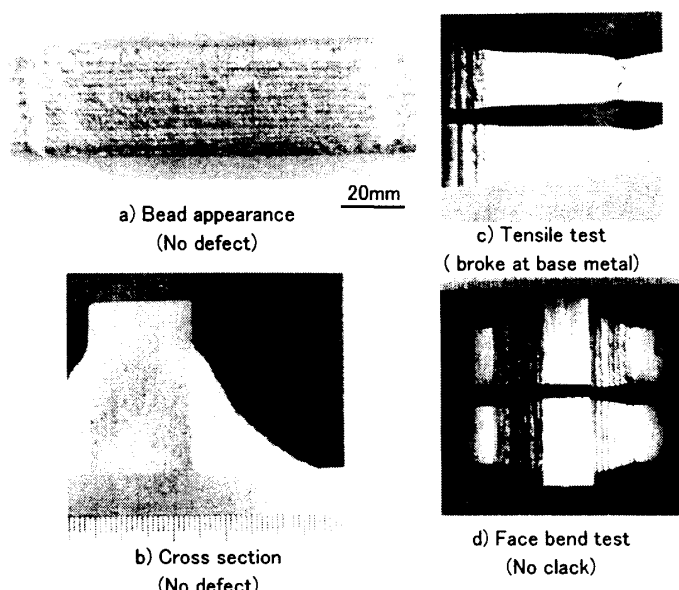


Fig.4 Result of visual inspection and mechanical test for underwater fillet weld zone.
Base metal thickness : 20mm, Horizontal fillet position



Fig.5 Overview of mock up test.