

軟磁性材料と異種金属材料のファイバーレーザー溶接技術の開発

加工技術課 富田正吾 清水孝晃 氷見清和 柿内茂樹
(株)VIC インターナショナル 加納竹志 菅沼正泰 明圓芳樹

1. 緒言

本研究では、放射光施設及び高エネルギー加速器に使われる電磁石ユニットの小型化・製造コスト低減を目標に提案された新型電磁石ユニットの製作を実現のために、これまで溶接が困難と考えられていた軟磁性材料(Fe-Co合金 俗称：パーメンジュール)の溶接施工方法およびパーメンジュールと純鉄やステンレス鋼の異種金属溶接施工方法を開発することを目的としている。そこで、母材に対して熱影響による磁気特性や材質の劣化や寸法精度の低減を防ぐ観点からファイバーレーザーによる精密溶接技術の開発を行った。実験では、パーメンジュールのレーザー溶接性およびパーメンジュールと SUS304 ステンレス鋼の異種金属溶接方法の検討および電磁石ユニットモデルの試作を行った。

2. 使用材料および実験方法

使用した材料は、パーメンジュール(Fe-49Co-2V)合金およびオーステナイト系ステンレス鋼(SUS304)の板材料(板厚 3mm)を用いた。溶接にはファイバーレーザー加工機(IPG 社製、連続発振型、最大出力 5000W)の設備を用いた。溶接条件は、レーザー出力を 1000~2500W、溶接速度を 1000~2500mm/min の間で変化させた。そして、適正溶接条件による電磁石ユニットの試作を行い、その性能を評価した。

3. 実験結果

パーメンジュールと SUS304 および SUS316 の異種金属接合についてレーザー溶接性の評価と最適溶接施工条件を検討した。パーメンジュールとのいずれの組み合わせにおいても、割れ等の結果が発生せず、溶接が可能な条件を見出した。実際の施工では、各材料の組み合わせでの突合せ溶接継手やすみ肉溶接継手が想定されていることからそれぞれの継手形状での溶接試験を行った結果、良好な溶接部が得られる施工条件を見出した。Fig.1 に突合せ溶接およびすみ肉溶接における溶接部組織を示す。パーメンジュールの SUS316 による成分希釈を抑制するため、オフセット溶接による継手作成とした。いずれの継手においても健全な継手が形成できた。これらの結果

を基に作製した試作電磁石ユニットの外観を Fig.2 に示す。ユニットは、本部材が 4 個で 1 対として使用され、外観は筒状形状であり、中心部がパーメンジュールとその周囲がステンレス鋼である。溶接部は、2 か所あり、いずれも円周溶接で、すみ肉溶接と突合せ溶接の組み合わせである。リークテスト結果より真空漏れもなく良好な継手が作製できた。また、溶接部の飽和磁束密度は、異材溶接では減少するが、その領域は狭いためユニット全体への影響は小さいとの評価が得られた。

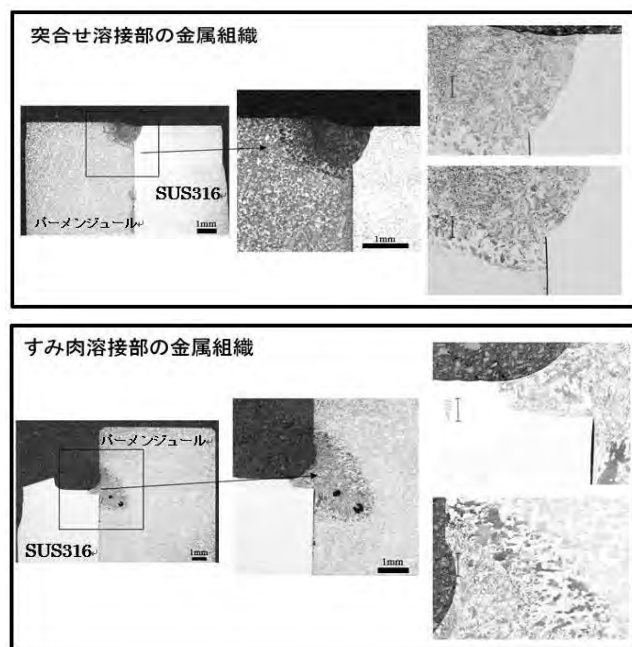


Fig.1 Microstructures of laser welded joint with electromagnet model unit.

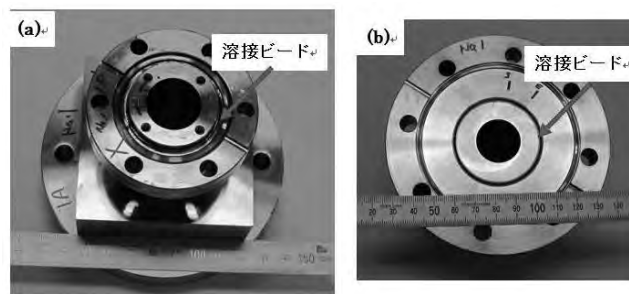


Fig.2 Appearance of the welded part of electromagnet model unit.