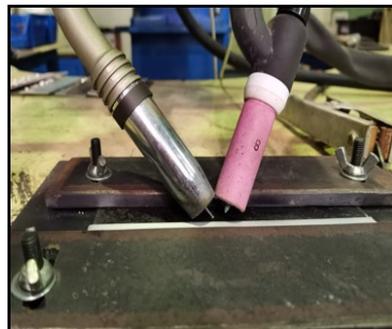
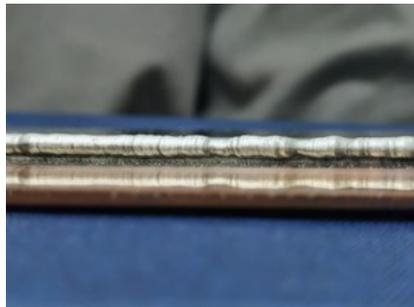


【研究成果の要約】

氏名	湯地敏史
1. 研究題目	ガス器具材における純アルミと銅の異材溶接手法の提案
2. 研究内容	<p>本研究では、本研究では、純アルミニウムと銅という性質の異なる金属材料を、交流 MIG (Metal Inert Gas) 溶接技術によって直接接合する手法の確立を目指した。異種金属の溶接において最大の課題は、溶接部に生成される金属間化合物の存在である。これらの化合物は、非常に硬く脆い性質を持ち、延性が乏しいため、わずかな衝撃や変形によって脆性破壊が生じやすく、構造部材としての信頼性を著しく損なう。こうした理由から、異種金属の溶接は実用化が進んでいないのが現状である。純アルミニウムと銅の異種金属接合において、MIG および TIG を組み合わせたハイブリッド交流 MIG 溶接法を適用し、接合強度と信頼性の向上を図った。特に、金属間化合物の抑制とアーク安定性の両立を目指し、以下のような精密な電極配置と空間条件を設定した。</p> <ul style="list-style-type: none">■MIG ワイヤ先端と TIG タングステン電極先端との距離:5~6 mm■MIG ワイヤ先端から基板表面までの距離:3.5 mm■TIG 電極先端から基板表面までの距離:4.5 mm■溶接中心軸に対する TIG と MIG の距離 (CTDW) :8~9 mm <p>このような配置条件の下で、溶接プール内の熱分布と熔融金属の挙動が安定し、接合界面における金属間化合物の過剰生成が抑制されることを確認した(写真は実際の Al と Cu の溶接後の写真)。さらに、断面観察および引張試験により、機械的強度と延性の向上が得られ、異材接合として十分な工業的実用性を有することが示された(写真は実際の MIG と TIG を組み合わせた実験装置)。</p>
3. 研究成果	<p>国際ジャーナル投稿予定。 内容については、掲載まで未公開。</p>



【研究成果の概要】

氏名	湯地敏史
1. 研究題目	ガス器具材における純アルミと銅の異材溶接手法の提案
<p>1. はじめに</p> <p>近年、住宅用ガス機器のビルトインが進む一方で、構造の複雑化により器具内部のメンテナンスが困難になってきており、経年劣化による故障のリスクを低減した高信頼性のガス機器が産業界から強く求められている。こうした故障の主な要因には、鋳物製造による金属パーツの欠陥や、ねじ込み式管接続部でのガス漏れに起因する金属やゴムパッキンの劣化などが挙げられる。これらを解決するためには、部品間の接続箇所を減らすことが重要であり、異種金属を一体化する溶接技術の確立が有効とされる。中でも、銅(Cu)とアルミニウム(Al)の異種金属接合[1]は、導電性や熱伝導性の観点から有望であるが、接合部に生成する金属間化合物(IMC)が、硬く脆く延性に乏しいため、接合強度や信頼性を著しく低下させるという課題がある。本研究では、交流 MIG/TIG ハイブリッド溶接法に着目し、パルス電流の制御によって IMC の生成を抑制することで、高強度かつ信頼性の高い異種金属接合の実現を目指す。</p> <p>本報告では、ロボットアームを用いて、一定速度の上での純銅(Cu)と純アルミニウム(Al)の異種金属接合を交流 MIG/TIG ハイブリッド溶接法[2]により、実現することの可能性を見出したため報告する。</p> <p>2. 実験装置及び方法</p> <p>図1は、実験装置図を示す。実験では、MIG 及び TIG トーチをそれぞれ 45 度に配置し、ハイブリッド溶接を実施した。設定条件は以下の通りである：</p> <ul style="list-style-type: none"> •MIG ワイヤ先端と TIG 電極先端の間隔:5.0～6.0 mm •MIG ワイヤ先端～母材距離:3.5 mm •TIG 電極先端～母材距離:4.5 mm •CTDW (Center-to-center distance: トーチ間距離) :8.0～9.0 mm <p>母材には、純 Al(AA1100)及び純 Cu(T2)板を使用し、シールドガスとして Ar ガス(TIG=5.0 L/min 及び MIG=10.0 L/min)を用いた。溶接条件は、溶接スピードをロボットアームにより 28.0cm/min とした。溶接トーチと材料表面との角度については、TIG=63deg 及び MIG=60deg とした。</p>	
	
Figure 1. Experimental setup	

3. 実験結果及び考察

図2は、従来のMIG単独接合での剥離が確認されている接合部の写真を示す。同図より、これらの要因はIMCの過剰生成に起因すると考えられる。一方、TIG-MIGハイブリッド接合では、熱入力が分散され、局所的な過熱が抑制された結果、IMCの生成が抑えられた。特にテスト7の接合部では、接合面の連続性が高く、機械的強度の向上が確認された。本手法の適用により、Al-Cu接合の高信頼化が現実的なものとなる可能性が示唆された。

図3は、交流MIG/TIGハイブリッド溶接法による接合部で、接合面の連続性が高く、機械的強度の向上が確認された。本手法の適用により、Al-Cu接合の高信頼化が現実的なものとなる可能性が示唆された。同図より、MIG電源の電流値は72A及び電圧は17Vである。

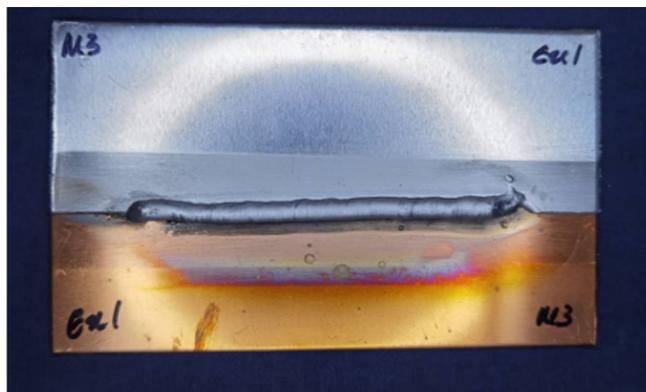


Figure.2 Peeled-off after welding process (MIG conventional).



Figure.3 Best condition of TIG-MIG hybrid joining.

4. むすび

本研究では、ロボットアームにより、純銅(Cu)と純アルミニウム(Al)の異種金属接合を交流MIG/TIGハイブリッド溶接法により試みた。その結果、MIG/TIGの電極の角度及び一定の電流及び電流値での異材溶接が実現できることが明らかとなった。

今後は、有限要素解析ソフト(ANSYSなど)を用いた熱流動解析により、溶接中の温度分布や凝固挙動の可視化を進める。また、接合部の断面観察および機械的強度試験を通じて、プロセスと特性の相関

を明らかにし、最適な溶接条件の提案と実用化を目指す。

参考文献

[1] 廣瀬明夫:「異材接合の現状と課題」、溶接学会誌、第 87 巻、第1号、pp.5-10(2018)

[2] Yuji T., Tashiro S., Kinoshita H., Yasui K., Bouno T., Ziang W., Dongsheng W., Poonthong W., Rahman S.A.A., Mamat S.B., Tanaka M.; “An investigation on plasma-MIG hybrid welding process of thick plate aluminum”, Journal of Advanced Joining Processes, Vol. 9 (2024 年 6 月), DOI : 10.1016/j.jajp.2024.100188