



Title	超音波低温はんだ付による高強度・耐食性アルミニウム合金継手の形成
Author(s)	長岡, 亨
Citation	大阪大学, 2010, 博士論文
Version Type	
URL	https://hdl.handle.net/11094/57551
rights	
Note	著者からインターネット公開の許諾が得られていないため、論文の要旨のみを公開しています。全文のご利用をご希望の場合は、大阪大学の博士論文についてをご参照ください。

The University of Osaka Institutional Knowledge Archive : OUKA

<https://ir.library.osaka-u.ac.jp/>

The University of Osaka

氏名	長岡 亨
博士の専攻分野の名称	博士(工学)
学位記番号	第23862号
学位授与年月日	平成22年3月23日
学位授与の要件	学位規則第4条第1項該当
	工学研究科環境・エネルギー工学専攻
学位論文名	超音波低温はんだ付による高強度・耐食性アルミニウム合金継手の形成
論文審査委員	(主査) 教授 竹本 正 (副査) 教授 加賀 昭和 教授 上西 啓介

論文内容の要旨

非熱処理型アルミニウム合金は、軽量高強度で、耐食性、熱伝導性に優れており、熱交換器等に使用されているが、加工により強化されたアルミニウム合金の強度は、焼純による転位密度の減少により大きく低下するため、高温を必要とする接合法では、高強度の継手を得ることは困難である。このような背景のもと、本論文は低温で接合可能なはんだ付において、はんだ合金の液相線温度未満の低温で超音波を利用することにより、大気中においてフラックスを用いることなく、高強度と耐食性を有するアルミニウム継手を形成することを目的に研究を行った。本論文は以下の6章からなる。

第1章では超音波振動を利用した低温接合技術の確立を検討することの経緯および必要性を明示し、現状の超音波はんだ付の問題を提示した。そして、本研究の目的ならびに構成について概説した。

第2章ではZn含有量の多いSn-Zn合金をその液相線温度未満で用いて、工業用純アルミニウムの超音波はんだ付を行い、高強度の継手が得られる最適接合条件を決定した。このとき得られた継手は、超音波はんだ付温度で熱処理を施したアルミニウム母材の強度と同等の強度を示すこと、Sn-Zn合金の理論的な液相割合が0.24程度であっても接合することができること、非溶融相の体積率を増加させることで、スペーサーフリーで高強度アルミニウム継手が得られることを明らかにした。

第3章ではSn-Zn合金をその液相線温度未満で用いて、工業用純アルミニウムを超音波はんだ付した継手の耐食性を検討し、接合界面に電位の著しく低い相が生成するものの、Sn-Zn合金のZn含有量が多いほど継手の耐食性は向上することを明らかにした。

第4章ではSn-Zn合金を用いてMg含有アルミニウム合金の超音波はんだ付を行い、工業用純アルミニウムを母材としたときよりも高強度の継手が得られること、共晶温度以上液相線温度未満での超音波はんだ付により、母材のはんだ層への溶解およびMgとSnの反応相形成を抑制することができ、継手の強度が向上することを見出した。

第5章ではZn-Al合金を用いてMg含有アルミニウム合金の超音波はんだ付を行い、Al含有量の多いZn-Al合金の固相線温度以上液相線温度未満で超音波はんだ付することにより、母材のはんだ層への溶解を抑制することができ、継手の強度が向上すること、接合界面に低電位相が生じることはなく、Sn-Zn合金を用いた場合と比べて継手の耐食性が向上することを明らかにした。

第6章は総括であり、液相線温度未満の超音波はんだ付が可能であることを見出し、フラックスレスで高強度と耐食性を有するアルミニウム合金継手を得ることに成功した。

論文審査の結果の要旨

本研究は加工したアルミニウム合金母材の軟化を抑制できる低温で接合可能なはんだ付において、超音波を利用することによりフラックスを用いることなく、はんだ合金の液相線温度未満での接合を検討し、高強度継手と継手の耐食性の向上を提案している。従来、検討対象となつてはいなかった液相線温度以下の低温でも十分接合可能であることを示すと共に、はんだの組成と接合条件が継手強度と耐食性に及ぼす影響について論じたものである。

特に、Sn-Zn系はんだでは、継手の高強度化、耐食性の保持ならびに接合温度の低温化は相容れない関係にあつたが、本研究における液相線温度以下の接合を用いることにより、高強度と耐食性の向上が図れ、さらなる耐食性はZn-Al系はんだを用いることで達成できることが示され、工業的に重要な研究成果を得ている。

本論文で得られた主な成果と結論は以下の通りである。

(1) Zn含有量の多いSn-Zn合金をその液相線温度未満で用いて、工業用純アルミニウムの超音波はんだ付を行い、高強度の継手が得られる最適接合条件を決定している。このとき得られた継手は、超音波はんだ付と同等の熱履歴の母材強度とほぼ同じであり、Sn-Zn合金の理論的な液相割合が0.24程度であっても接合することができること、非溶融相の体積率を増加させることで、スペーサーフリーで高強度アルミニウム継手が得られることを明らかにしている。

(2) Sn-Zn合金をその液相線温度未満で用いて、工業用純アルミニウムを超音波はんだ付した継手の耐食性を検討し、接合界面に電位の著しく低い相が生成するものの、Sn-Zn合金のZn含有量が多いほど継手の耐食性は向上することを明らかにしている。

(3) Sn-Zn合金を用いてMg含有アルミニウム合金の超音波はんだ付を行い、工業用純アルミニウムを母材としたときよりも高強度の継手が得られること、共晶温度以上液相線温度未満で超音波はんだ付することにより、母材のはんだ層への溶解を抑制することができ、継手の強度が向上することを明らかにしている。また、接合温度が高くなると強度低下する原因がMg-Sn系化合物形成に基づくことを明らかにしている。

(4) Zn-Al合金を用いてMg含有アルミニウム合金の超音波はんだ付を行い、Al含有量の多いZn-Al合金の固相線温度以上液相線温度未満で超音波はんだ付することにより、母材のはんだ層への溶解を抑制することができ、継手の強度が向上すること、接合界面に低電位相が生じることはなく、Sn-Zn合金を用いた場合と比べて継手の耐食性が向上すると結論づけている。

以上のように、本論文は、これまで検討されていなかった液相線温度未満の超音波はんだ付により、フラックスレスで高強度と耐食性を有するアルミニウム合金継手が得られることを示しており、接合温度の低温化と継手の軽量・長寿命化に貢献できる環境対応の新たな接合手法を提案しているのみならず、継手間隔をスペーサーフリーで制御できることにもなり、今後の工業的応用可能性を高めている。また、Mg含有高強度アルミニウム合金継手におけるMg-Sn系化合物形成と継手強度劣化機構を明らかにしており、学術的にも有益な成果を得ている。

よって本論文は博士論文として価値あるものと認める。