

アルミ材への SUS シートの超音波多点接合に関する研究

機械情報システム課 羽柴利直、金森直希 機械電子研究所 佐山利彦

ものづくり研究開発センター 石黒智明*1

1. 緒言

自動車や建材などの製品に広く用いられているアルミ合金は、耐摩耗性や硬度に乏しいものが多く、この表面に鉄系材料を接合することにより、部品としての高機能化を図ることができる。超音波接合は、低コスト、短時間接合が可能であることなどの特長があるが、加振材を SUS304 板材、固定材を ADC12 板材とした加振周波数 15kHz での超音波接合において、1 点目の接合後に 2 点目を接合すると 1 点目の接合が破壊される現象や、固定材の振動モードによると推測される接合不可の位置の存在が確認されており、目的の部材、接合位置に適用できない場合も考えられる。このため、実際の製品に多点接合を適用し、接合強度の向上を実現するには、これらの原因の解明が必要となっている。本研究では、加振時の加振材、固定材の振動状態を解析することにより、接合不良につながるこれらの原因の調査を行い、多点接合による接合力の向上を試みた。

2. 実験方法

実験に用いた試験片を図 1 に示す。本研究では、加振材を板厚 0.5mm の SUS304、固定材を板厚 2mm の ADC12 とした。接合試験には超音波工業株式会社製の接合機 USW0620G3X (出力 600W、加振周波数 19kHz) を用い、ホーンのローレット加工面 (4mm×4mm) を加振材に押し当て、加圧、加振して接合を行った。接合条件は、加圧力を 600N、加振時間を 2s とした。

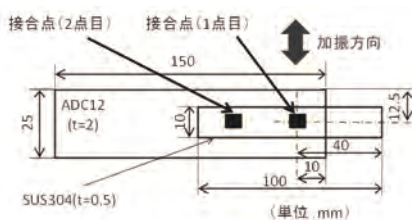


Fig. 1 Shape of test piece

また、加振時の加振材および固定材の加振方向の振動状態を明らかにするため、それぞれの側面の振動をレーザードップラ振動計 (株式会社小野測器製 LV-1610) により測定し、FFT アナライザ (株式会社小野測器製 DS-3000) にて、加振開始から 0.2s 後の長さ 0.2s の時間の波形に FFT 分析を行うことにより、振動の大きさを加振周波数における加速度で評価した。

以下、接合位置、加振位置、振動の測定位置は、加振材、固定材の長手方向について、それぞれの端からの距離で示す。

3. 実験結果および考察

3.1 振動の大きさの分布の調査

加振材、固定材の振動特性を明らかにするため、それぞれ加振位置 10mm において、ホーンにより接合時と同じ加圧力、加振周波数にて強制加振し、これらに生じる振動の大きさの分布を測定した。

図 2 に固定材の振動の分布の測定結果を示す。図から、加振周波数における固定材の振動の大きさは、位置によって大きく異なることが明らかになった。これは、この強制加振条件における固定材の振動モードによるものと推測される。また、加振材についても、固定材と同様に、加振材の振動モードによると推測される振動の大きさの分布が存在することが確認された。

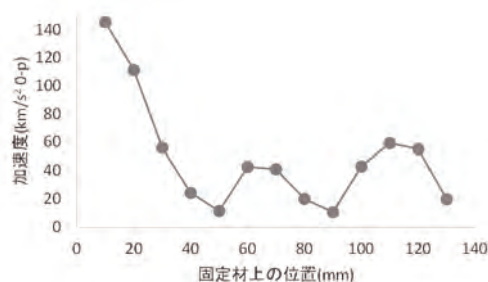


Fig. 2 Influence of junction position to acceleration

3.2 振動の大きさの分布と接合可否の関係の調査

加振時の加振材、固定材の振動の大きさの分布が接合可否や接合力に与える影響を調査するため、図 1 に示すとおり、1 点目の接合位置を固定材の端から 10mm、加振材の端から 40mm の位置とし、1 点目の接合後に接合位置を変えて 2 点目の接合試験を行った。

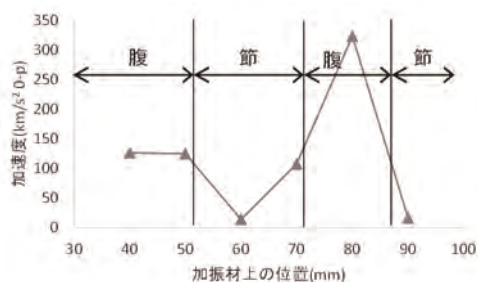
1 点目の接合において、加振時の加振材の振動の大きさの分布を測定した結果を図 3(a)に示す。また、これと対応する固定材の位置について、固定材上の加振位置 10mm において、ホーンの強制加振により固定材に生じる振動の大きさの分布を測定した結果を図 3(b)に示す。

図から、加振材、固定材のいずれも振動モードによると推測される振動の「腹」と「節」が存在し、その位置が異なることが分かる。

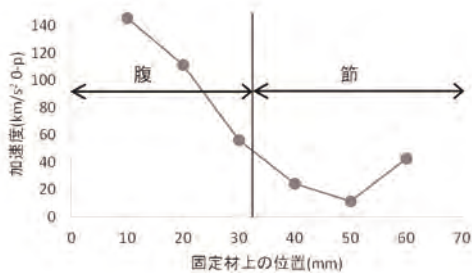
また、2 点目の接合後に試験速度 1mm/min にて引張試

*1 現 企画調整課

験を行い、最大引張りせん断荷重を求め、これを接合力として評価した。この結果を図4に示す。



(a)Excitation material



(b)Fixed material

Fig. 3 Measurement result of acceleration

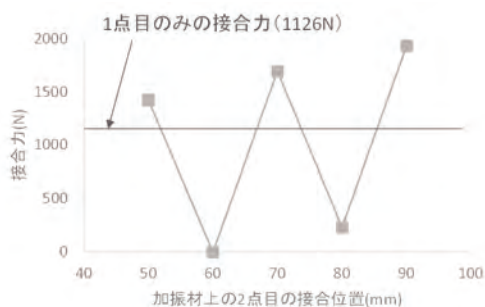


Fig. 4 Measurement result of rivet joining force

加振材、固定材の振動の「腹」と「腹」、「節」と「節」の位置では、接合力が1点のみの接合時と比較して同等かそれよりも大きくなり、最大で1点のみの接合のおよ

そ2倍の接合力が得られた。一方、どちらかが「腹」で他方が「節」の位置では、2点目の接合時に1点目の接合が破壊され、1点のみの接合時と比較して接合力が大幅に低下することが明らかになった。

加振材、固定材の振動の「節」と「節」の位置で2点目を接合した場合、1点目の接合位置においては、加振材と固定材に加振周波数の振動がほとんど励起されず、1点目の接合の破壊が抑制されたと考えられる。また、「腹」と「腹」の位置で2点目を接合した場合は、加振周波数において大きさの差があまりない同期振動が励起されたため、1点目の接合部に大きな力が加わらず、破壊が抑制されたと考えられる。一方、「腹」と「節」の位置で2点目を接合した場合は、1点目の接合位置において励起された加振周波数の振動の大きさの差により、1点目の接合が破壊されたと考えられる。

これらの結果から、設計段階での振動の数値解析や実際の製品の試験モード解析を行うことにより、振動特性に基づき、既接合点の破壊を抑制した最適な接合位置を設定し、多点接合によって接合力を向上させることが可能になると考えられる。

4. 結言

加振時の加振材、固定材の振動の解析および接合力の評価の結果から、既接合点がそれ以降の接合による加振で破壊される現象の原因と推測される振動の大きさの分布が確認された。これにより、振動特性の解析結果に基づき、多点接合時における既接合点の破壊を抑制する手法の実際の製品への適用の可能性が見出された。

参考文献

- 1)羽柴ほか、若い研究者を育てる会「研究論文集」,28, 37-44(平成26年度)

キーワード：超音波接合、アルミ材、SUSシート、多点接合、振動モード

Study on Vibration Characteristics of Ultrasonic Welding

Mechanics and Digital Engineering Section; Toshinao HASHIBA, Naoki KANAMORI,
Mechanics and Electronics Research Institute; Toshihiko SAYAMA,
Monozukuri Research and Development Center; Tomoaki ISHIKURO*¹

The aim of this study is to clarify the mechanism of breakage of the points already joined at specific positions in ultrasonic welding between aluminum and stainless steel. Vibration magnitude and joining force were measured. As a result of the experiment, the distribution of vibration magnitude considered to be related to vibration mode of excitation material and fixed material was confirmed, and the distribution was considered to be related to breakage of the points already joined.