

# アルミ材へのリベットの超音波接合に関する研究

機械情報システム課 羽柴利直\*1

企画管理部 石黒智明

## 1. 緒言

超音波接合は、短時間で接合が可能であること等の多くの利点がある接合方法であるが、リベット形状の部品を加振材とする場合、一般的なローレット加工面を有するホーンでは、リベットの軸部を伝搬させることによる加振振動の減衰により、接合界面で清浄面を露出させるための摩擦振動を得ることが困難である。このようなリベット形状部品について、リベットの軸部が通る穴を設け、リベット頭部を直接ホーンのローレット加工面で加振できるホーンにより、接合が可能となることが明らかになっているが、リベット頭部の接合面が平らな形状では、接合がその外縁部に限定されるという問題がある<sup>1)</sup>。

本研究では、アルミリベットを加振材、アルミ合金板材を固定材として、接合界面の摩擦状態の改善による接合強度の向上のため、リベット頭部やホーンの形状を工夫し、これらの超音波接合を試みた。

## 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、加振材を軸径3mmのアルミリベット(A1070W)、固定材を板厚2mmのADC12板材とした。リベットは、頭部の形状が平らなリベットに加え、リベット頭部の中心部の接合を生じさせることを目的とした半球状のリベット、リベット頭部の中心付近への加圧を目的とした皿状のリベット(以下、それぞれ平リベット、丸リベット、皿リベットと示す。)の3種とした。接合位置は固定材の端から10mmの位置として、その反対側の端から10mmの位置をクランプゴムにて固定して接合を行った。

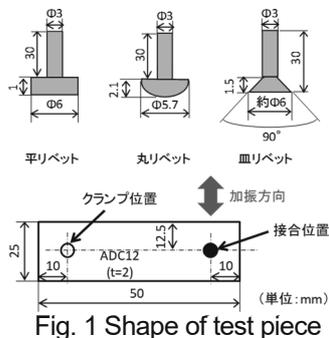


Fig. 1 Shape of test piece

これらの試験片の接合のために試作したホーンを図2に示す。平リベットおよび丸リベットの加振には、ローレット加工面を有するホーンを用い、皿リベットの加振に

は、リベット頭部と形状が合致する円すい穴を有するホーン(接合試験には図2のA面を使用)を用いた。以下、それぞれローレットホーン、円すい穴ホーンと示す。いずれのホーンも、リベットの軸部が通る穴を設け、リベット頭部を直接加圧して固定し、加振できる構造とした。

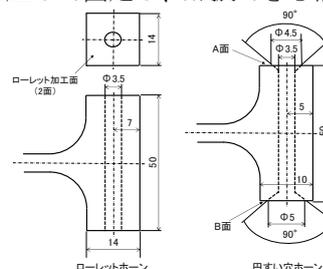


Fig. 2 Shape of welding horn for rivet joining

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)を用いた。接合条件は、加圧力を100~400N、加振時間を0.1~4sとした。また、接合されたリベットを万能試験機(インストロンジャパン製5567)にて軸方向に1mm/minの試験速度で引っ張り、接合強度を求めた。

## 3. 実験結果および考察

試作したホーンを用いて接合試験を行い、接合強度を測定した結果を図3に示す。いずれのリベットも加振時間が0.5~2sにおいて接合強度が最大となり、それよりも長時間の加振では減少に転じる傾向が見られたが、丸リベットでは急激な減少は見られず、アルミリベットの引張強さの規格値(55N/mm<sup>2</sup>以上95N/mm<sup>2</sup>以下<sup>2)</sup>)と同等の高い接合強度を維持することが明らかになった。

ここで、加振時の接合界面の摩擦状態を明らかにするため、それぞれの接合条件におけるホーンに加振に要した振動エネルギーを測定し、平均出力を算出した。その結果を図4に示す。平均出力(W)は、ホーンに加振に要した振動エネルギー(J)を加振時間(s)で割ることにより求められる値である。図4から、いずれのリベットにおいても、接合強度が最大となった加振時間以降は、平均出力がほぼ一定になることが明らかになった。このことから、いずれのリベットも加振初期には接合界面において摩擦が生じ、清浄面が露出した部分が接合起点となって接合面積が増大するとともに接合が強固となり、ホーンに加振の抵抗が大きくなったと推測される。一方、接合界面での拘束がある程度強固になると、加振振動は逆に接

\*1 現 ものづくり研究開発センター

合部の破壊に作用し、ホーンの加振抵抗が大きい状態が維持されながら接合強度が低下したと推測される。

丸リベットは、条件によっては加振時間が 0.1s でも接合が生じている。これは、リベット頭部の半球形状の頂点に加圧力が集中し、加振により清浄面が露出しやすくなったためと考えられる。また、この部分が接合起点となり、加圧力の集中によりアルミ板材に沈み込むことで動きが拘束され、加振による接合部の破壊が抑制されたために、接合強度が長時間加振でも維持されたと推測される。

皿リベットは、平リベットよりも短い加振時間で接合強度が低下に転じる傾向が見られた。これは、平均出力が平リベットと同等であったことから、平リベットと同様に接合面積が拡大したと推測されるが、リベット頭部の外縁部が加圧されないために、接合部の外縁部分が加振により破壊されやすくなったためと考えられる。

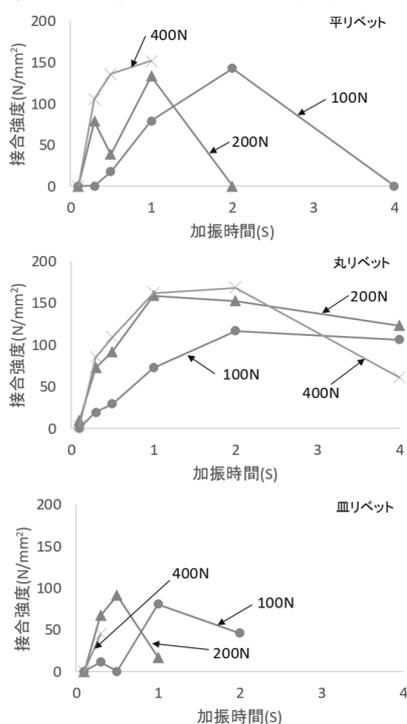


Fig. 3 Measurement result of rivet joining strength

キーワード：超音波接合、アルミ材、リベット、ホーン、加振振動

### Study on Ultrasonic Welding of Aluminum Rivets

Mechanics and Digital Engineering Section ; Toshinao HASHIBA\*1  
 Monozukuri Research and Development Center ; Tomoaki ISHIKURO

The aim of this study is to develop practical techniques of joining aluminum rivets to aluminum materials by ultrasonic welding. Some shapes of welding horns were manufactured in order to join some shapes of rivets, and ultrasonic welding was carried out with using them. As a result of the experiment, average output considered to be related to breakage of the point already joined was confirmed, and the hemispherical head rivet has improved joining strength under a wide range of weld time.

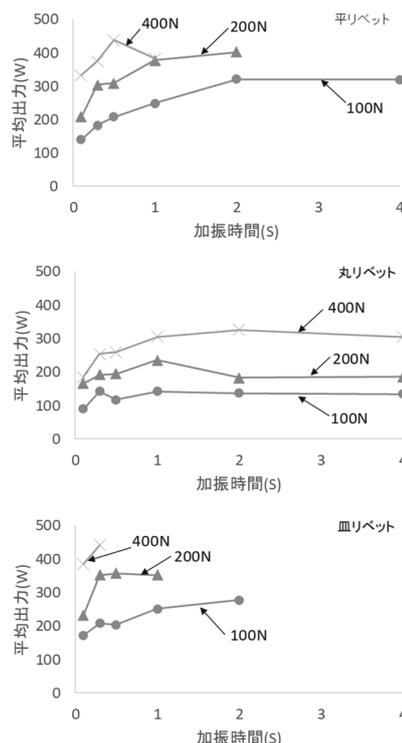


Fig. 4 Measurement result of average output

#### 4. 結言

アルミリベットの頭部やホーンの形状を工夫し、試作したホーンにて超音波接合を試みた結果、丸リベットでは加振時間によらず安定した高強度接合が可能になることが明らかになり、実際の製品への適用の可能性が確認された。

#### 参考文献

- 1)羽柴ほか、若い研究者を育てる会「研究論文集」,32, 8-14 (平成 30 年度)
- 2)JIS H 4040:2006 アルミニウム及びアルミニウム合金の棒及び線