超音波複合振動を用いた異種金属の接合 ー接合中の接合チップの振動特性ー Welding of Different Metals by Ultrasonic Complex Vibration ーVibration Characteristics of the Welding Tip during the Welding—

○樋口祐亮¹, 淺見拓哉², 三浦 光² *Yusuke Higuchi¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: Ultrasonic welding uses no heat and is suitable for welding metals with different melting points. However, conventional ultrasonic welding produces joint with low weld strengths, and the weld strength depends on the installation direction of the welding target. Therefore, the ultrasonic vibrator having two vibration directions is examined for ultrasonic welding using planar locus obtained by the respective resonance frequencies at the same time. In this paper, the vibration form of the welding tip in welding was examined.

<u>1. はじめに</u>

超音波接合法は熱を使用しないため、融点が異なる 金属同士でも接合が可能な利点がある.しかし、従来 の一般的な超音波接合法は振動に方向性があるため、 接合対象の設置方向により強度が異なるといった問題 がある^[1].

筆者らは、これらの問題を解決するため、縦振動と ねじり振動の2つの振動を有する超音波振動体に、そ れぞれの共振周波数を同時に印加し、これによって得 られる方向性の少ない面状軌跡の振動を用いた超音波 接合の検討を行っている^[2].本稿では、異種金属とし て銅板とアルミニウム板を接合対象とし、接合中のア ルミニウム板と接合チップの境界面の振動の様子の基 礎検討として、接合中の接合チップの振動の様子につ いて検討を行った.

2. 超音波振動体及び接合実験方法

図1は実験に用いた接合チップ付き超音波振動体の 概略である.超音波振動体は、20kHz用ボルト締めラ ンジュバン型振動子、エキスポネンシャルホーン、及 び斜めスリットを有する一様棒をねじで結合し、一様 棒の先端に接合のための接合チップを接続したもので ある.

図2は超音波振動体及び加圧機の外観である.加圧 機は精密バイスを上昇させることによって、接合チッ プ先端部に接合に必要な圧力を加える構造となってい る.

接合は次のように行った.ここでの接合対象である 銅板 (C1100, 厚さ2mm, 幅 20mm, 長さ 40mm)を 精密バイスに固定し, その上にアルミニウム板 (A1050,

1:日大理工・院(前)・電気 2:日大理工・教員・電気

厚さ 0.5 mm, 幅 20 mm, 長さ 40 mm)を重ね, 接合 チップによってアルミニウム板に圧力を加える. 次に, 超音波振動体に電気信号を加え, 接合チップを介して 境界面に超音波振動を加えた.

3. 接合時の接合チップの振動軌跡

接合時の接合チップの振動軌跡を検討するため、この時の縦及びねじり振動振幅の測定を行った.測定は 接合チップ先端を100Nで加圧し、直交する2台のレ ーザドップラ振動計で行った.その結果が図3であり、



Figure 1. Ultrasonic vibration source.



Figure 2. Photograph of ultrasonic welding machine.

縦振動振幅を 10 μ mp-p 一定にした場合を示している. 図はいずれも横軸に縦振動振幅を,縦軸にねじり振動 振幅をとっている.同図(a)は電気信号を周波数 18.1 kHz の正弦波とした場合,同図(b)は電気信号を周波数 18.1 kHz と 18.9 kHz の加算した信号とした場合の振動 軌跡である.図より,接合チップの振動軌跡は,18.1 kHz の1 つの周波数で駆動させた場合には線状軌跡となり, 18.1 kHz と 18.9 kHz の2 つの周波数で駆動させた場合 には面状軌跡の振動が得られることが分かった.

4. 接合中の接合チップの振動特性

接合中のアルミニウム板と接合チップの境界面の振動の様子の基礎検討として,図3に示した2つの振動 軌跡の経過時間に対する接合チップの振動振幅の測定 を行った.測定は加圧200N,接合時間5sで行った.

図4はその結果であり,縦振動及びねじり振動の振幅の立ち上がり時を示している.同図(a)は線状軌跡の 場合,同図(b)は面状軌跡の場合を示している.図はい ずれも横軸に経過時間を,縦軸に振動振幅をとってい る.同図(a)に示した1つの周波数で駆動させた場合の 立ち上がり時の両振動は,経過時間8msで図3に示す 大きさの振動振幅が得られた.また,振動振幅は経過 時間が8ms以降ほぼ同じような振幅が得られた.一方, 同図(b)に示した2つの周波数で駆動させた場合の立ち 上がり時の両振動は,経過時間8msで図3に示す大き さの振動振幅が得られた.また,両振動の振動振幅は 2つの周波数の差分の周波数である約800 Hzの成分が 発生し,脈動分が見られた.

ところで、表1は比較のために示したこれまでの接 合強度の結果であり、図3の両振動軌跡を用いて10回 ずつ測定を行った平均値である.表より、接合強度は 線状軌跡を用いた場合より面状軌跡を用いた場合の方 が大きいが、今回の結果と比較すると、面状軌跡を用 いた場合の方が、経過時間が約1.25 ms 周期で発生して いる脈動分が、接合強度の強さに寄与した可能性が考 えられる.

<u>5. おわりに</u>

今回の検討で,接合中の接合チップの振動は,両振 動軌跡とも,立ち上がりから8msでほぼ定常状態の振 動振幅が得られることが分かった.また,面状軌跡を 用いた場合の振動振幅は脈動分が見られた.今後は, アルミニウム板がどのような振動をしているのか検討 を行う予定である.

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 15K21409 の助成







Figure 4. Relationship between welding time and vibration amplitude.

Table 1. Relationship between weld time and weld strength.

Vibration	Static	Welding	Weld
loci	pressure [N]	time [s]	strength [N]
Vibration of	200	5	244.5
linear locus			
Vibration of	200	5	386.8
planar locus			

を受けたものである.

<u>6.参考文献</u>

[1]樋口祐亮, 淺見拓哉, 三浦 光, 第 66 回塑性加工連 合講演会講演論文集 p229, 2015.

[2]樋口祐亮, 淺見拓哉, 三浦 光, 平成 28 年度塑性加 工春季講演会講演論文集 p333, 2016.