

超音波接合のための 40 kHz 用振動体の開発

Development of 40 kHz Vibrating Source for Ultrasonic Welding

○鈴木久登¹, 浅見拓哉², 三浦 光²*Hisato Suzuki¹, Takuya Asami², Hikaru Miura²

Abstract: We intend the short period of welding time and the removal of a coated wire using the longitudinal and torsional vibration of the ultrasonic welding. In this paper, we examined the characteristics of the vibrator for ultrasonic welding using frequency 40 kHz. Vibration displacement was measured. The relationship between weld strength and welding time using the longitudinal trajectory was examined.

1. はじめに

近年、携帯電話や移動用通信機器などの小型化、多機能化に伴い、これらに用いる各種電子部品における被覆導線とはんだ電極の接合が求められている。現在その接合には熱を利用しているが、加熱時に被覆線の耐圧が低下してしまうことや、接合時の過熱及び冷却に時間を要することなどが問題になっている。この問題を解決するために、超音波を利用し、被覆の除去、及び接合を行う検討がされていたが、被覆の除去が完全でなく、はんだ内に残ってしまう問題があった^[1]。

本研究では、これまで検討してきた縦 - ねじり複合振動^[2]を使うなどして、これらの問題を解決し、被覆導線の被覆の除去及び接合を、短時間で行うことを目的としている。

しかし、これまで用いてきた超音波振動体の先端に円盤状の接合チップを接続した振動源では、駆動が安定しないなどの問題があった。

そこで本稿では、40 kHz の音源を用いた場合の超音波接合のための振動体を新たに考案し、縦振動共振での接合を検討した。

2. 超音波振動体の構造

図 1 は考案した 40 kHz 用振動体の概略である。振動体は、直径 25 mm、長さ 66 mm の 40 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子(日本特殊陶業, DA22540) に、太端面の直径 25 mm、細端面の直径 12 mm、長さ 62 mm のフ

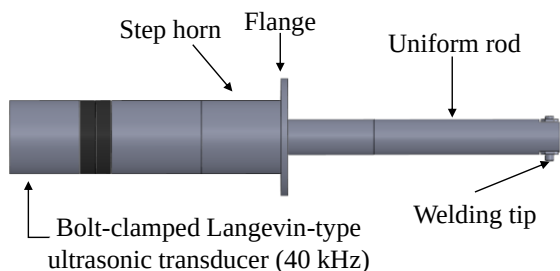


Figure 1. Ultrasonic vibration source.

ランジが一体化されている振幅拡大比約 4 のステップホーン(A2017)、その先に太さ 12 mm、長さ 61 mm の一様棒(SUS303)をネジで結合し、一様棒の先端に図 2 に示すような接合試料に振動を与えるための接合チップを取り付けたものである。接合チップは先端部が R 形状、直径 3 mm であり、その反対側をナットで固定している。

3. 超音波振動体の共振周波数

超音波振動体の共振周波数を検討するため、電気端子から見たアドミタンスを測定した。測定は超音波振動体の供給電圧を 1.0 V_{rms} 一定として行った。アドミタンスはインピーダンスアナライザにより測定した。図 3 は超音波振動体のアドミタンスループの結果である。図

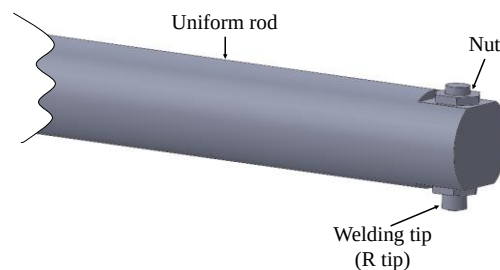


Figure 2. Uniform rod and welding tip.

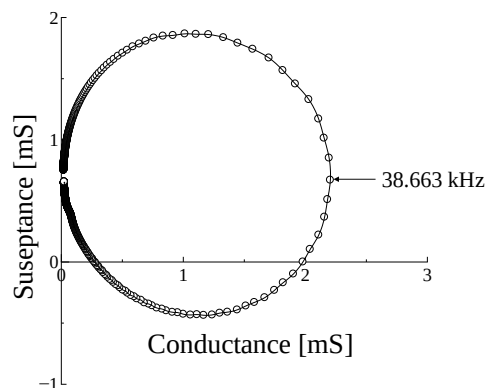


Figure 3. Admittance loop of the ultrasonic vibration source.

は横軸にコンダクタンスを、縦軸にサセプタンスを取っている。この場合の共振周波数は 38.663 kHz であった。また、共振時のコンダクタンスは 2.2 mS であり、尖鋭度 Q は 667 であった。

4. 超音波振動体の入出力特性

接合チップを取り付けた状態で接合チップ部が振動する様子を検討するため、入力電力を変化させた場合の振動体先端のチップ部の振動変位を測定した。測定はレーザドップラ振動計を用いて行った。図 4 はその結果である。図は横軸に入力電力を、縦軸に振動変位を取っている。図より、振動変位は入力電力を増加させることによりほぼ 1/2 乗に比例して増加していることがわかった。

5. 接合時間と接合強度の関係

ここでは、3節で得られた縦振動共振周波数を用いて、被覆銅線とアルミニウム板の接合実験を行った。実験は図 5 のようにアルミニウム板(A1050、長さ 40 mm、幅 20 mm、厚さ 0.5 mm)の上に、平角の被覆銅線(幅 0.28 mm、厚さ 0.090 mm)を乗せ、その上部から接合チップを用いてアルミニウム板を加圧し、被覆銅線の長さ方向に対して垂直に縦振動を与えた。実験条件として、加圧 40 N 一定、接合時間を 2, 3, 4, 5s と変化させ、それぞれ 20 回ずつ行った。また、別に被覆銅線の母材強度を 20 回測定した。なお、接合強度及び被覆銅線の母材強度の測定には万能材料試験器(SDT-503 NB-R3)を用いた。

図 6 はその結果である。図は横軸に接合時間を、縦軸に接合強度を取っている。また、図中の点線は被覆銅線の母材強度の平均値(6.3 N)を、赤い線は各接合時間における強度の平均を示している。図より、2s, 3s の場合には接合強度が被覆銅線の母材強度と同じ程度である場合があるが、接合強度にばらつきが多く、どちらの場合においても平均強度が被覆銅線の母材強度と比べて、低い値となった。一方、4s, 5s の場合には、接合強度にばらつきが少なく、どちらの場合においても平均強度が被覆銅線の母材強度とほぼ同じ値となった。これらの結果から、母材強度を得るための接合時間は、4s 程度必要なのことがわかった。

6. おわりに

40 kHz の超音波振動体を用いて、その入出力特性についての検討と、縦振動共振を用いた被覆銅線とアルミニウム板の接合実験を行った。その結果、振動変位は電力の 1/2 乗に比例して増加することが分かった。また、接合実験では、接合強度のばらつきは接合時間が長いほど少なくなることがわかった。

なお、本研究の一部は JSPS 科研費 15K21409 の助成を受けたものである。

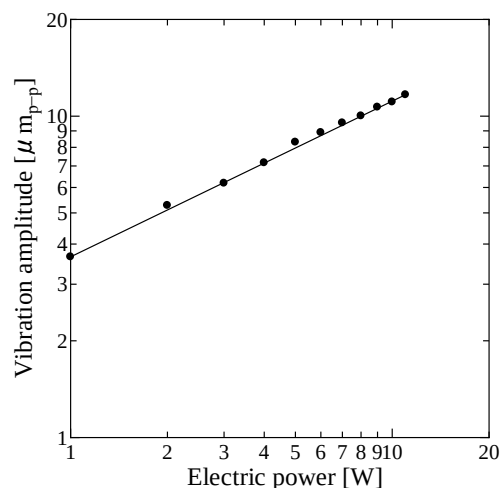


Figure 4. Relationship between vibration amplitude and electric power.

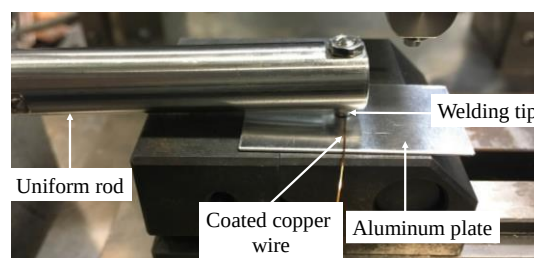


Figure 5. Appearance of the experiment.

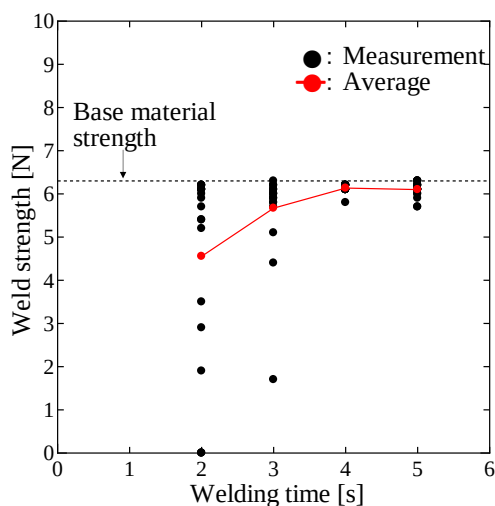


Figure 6. Relationship between welding time and weld strength.

7. 参考文献

- [1] 莊司郁夫, 他, エレクトロニクス実装学会誌 Vol.7, No.7, pp. 622-628, 2004.
- [2] 杉山 慶, 斎藤大貴, 浅見拓哉, 三浦 光, 音講論集 pp.1339-1340, 2014.3.