

## 超音波接合のための 40 kHz 用振動体の開発

## -スリット位置によるねじり振動の検討-

## Development of Ultrasonic Welding for 40kHz vibrating source

## -Consideration of torsional vibration changing the slit position-

○杉山 慶<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>2</sup>\*Kei Sugiyama<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: We intend a short period of welding time and the removal of the coated wire using the longitudinal and torsional vibration of the ultrasonic welding. In this paper, vibration distribution and impedance characteristics to find the optimal position of slits was studied.

## 1. はじめに

近年、携帯電話や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、超音波を利用した方法も検討されている。しかし、被覆の除去が完全ではなく、はんだ内に残ってしまう問題があった<sup>[1]</sup>。

そこで本研究では、縦 - ねじり複合振動を使って、これらの問題の解決し、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。これまで、新たに 40 kHz 用の振動体を考案し、その振動体にねじれ振動を発生させるためのスリットを入れた場合の複合振動特性について基礎的な検討を行ってきた<sup>[2]</sup>。ここでは、40 kHz 用超音波振動体においてスリットを入れる最適位置について検討し、縦振動共振での振動特性について検討を行った。

## 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 用振動子に、太端面の直径 25 mm、細端面の直径 12 mm、長さ 59.4 mm のフ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、その先に太さ 12 mm、長さ 52 mm のスリットが入った一様棒を取り付けられている構造である。スリットは角度 45 度、深さ 2 mm で等間隔に 8 本入れた。

## 3. スリット位置を変えた場合の縦振動共振

## における振動体特性

一様棒に入っているスリットの位置を変えた場合の縦振動共振の特性について検討する。スリットがない場合の一様棒の縦振動振幅を環状電磁型振動検出器を用いて測定したところ、縦振動の節の位置は先端から 31 mm であることが分かった。そこで、スリットを入れた位置（中央）は先端から 16~45 mm

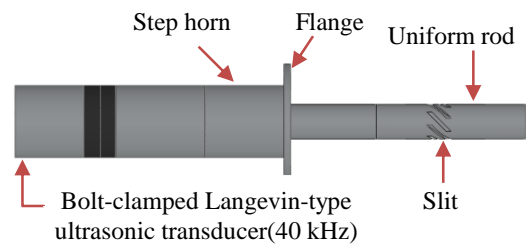


Figure 1. Ultrasonic vibration source.

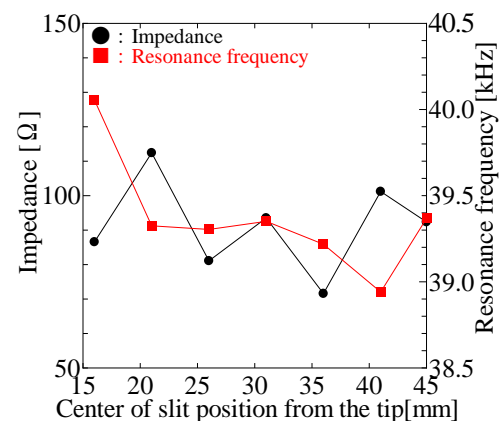


Figure 2. Relationship between slit position and longitudinal resonance impedance and resonance frequency.

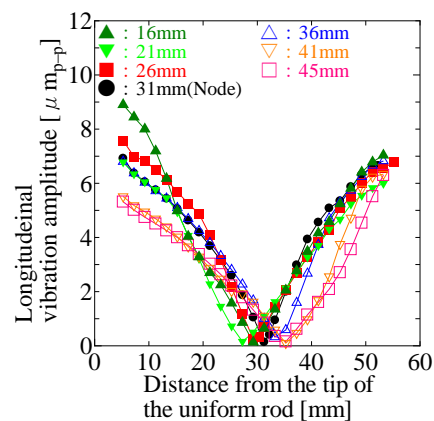


Figure 3. Longitudinal vibration distribution at longitudinal resonance.

まの範囲で、縦振動の節の位置、そこから±5 mm, ±10 mm, +14 mm, 及び-15 mm 移動した位置とした。測定は入力電力 1 W 一定で行った。

図 2 は縦振動の共振周波数とその時のインピーダンスの結果である。横軸に節からのスリットの位置、縦軸にインピーダンスと共振周波数を取っている。図より、インピーダンスはスリットの位置によってあまり変化がないことが分かった。また、共振周波数も、スリット位置によってあまり変化がないことが分かった。

次に、図 3 はこれらの場合の縦振動分布である。横軸に一樣棒先端からの距離、縦軸に縦振動振幅を取っている。図より、先端で得られる縦振動振幅はスリットの位置が先端から離れるにつれて小さくなっていくことが分かった。また縦振動振幅は、スリット位置によって節の位置はあまり変化がないことが分かった。

#### 4. スリット位置を変えた場合の縦振動共振におけるねじり振動特性

ここでは、スリットの位置を変えた場合の縦振動共振におけるねじり振動について検討する。図 4(a)~(c) はスリット位置を変化させた場合の縦振動とねじり振動分布を示す。ねじり振動はレーザドップラ振動計を用いて測定した。図(a)はスリット位置が先端から 16 mm, 図(b)はスリット位置が先端から 31 mm, 図(c)はスリット位置が先端から 45 mm の場合を示している。図は、いずれも横軸に一樣棒先端からの距離、縦軸に振動振幅を取っている。また、スリットが入った範囲を灰色の塗りつぶしで表している。図より、ねじり振動振幅は、図(a)及び図(c)に示すように発生したねじり振動の節の位置にスリットが入っている場合、ねじり振動振幅が大きくなることが分かった。また、図(c)を見ると、ねじり振動振幅がスリットの位置で急に小さくなり、振動の節になることが分かった。

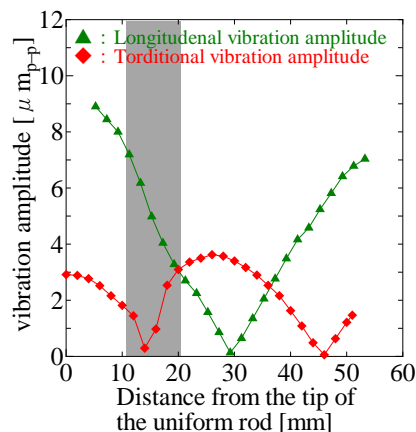
#### 5. おわりに

40 kHz 音源を用い、スリット位置を変化させた場合の縦振動共振での振動特性について検討を行った。その結果、先端で得られる縦振動はスリットの位置が先端から離れるほど減少すること、節の位置はスリット位置が変化しても変わらないことが分かった。また、先端で得られるねじり振動は、スリットの位置がねじり振動の節の位置になると大きくなることが分かった。更に、ねじり振動はスリットの位置が振動の節になることが分かった。これらのことから、縦共振振動において、振動体先端で縦 - ねじり両振動を大きくしたい

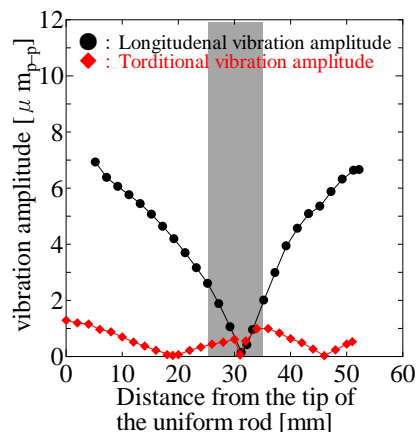
場合、先端から 16 mm の位置にスリットを入れればよいことが分かった。なお、本研究の一部は JSPS 科研費 15K21409 の助成を受けたものである。

#### 参考文献

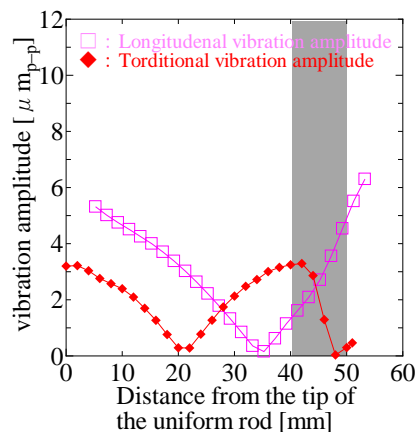
- [1] 荘司郁夫, 他, エレクトロニクス実装学会誌 Vol.7, No.7, pp. 622-628, 2004.
- [2] 杉山 慶, 浅見拓哉, 三浦 光, 音講論集 pp. 1139-1140, 2015.9.



(a) Slit position of 16 mm from the tip



(b) Slit position of 31 mm from the tip



(c) Slit position of 45 mm from the tip

Figure 4. Vibration distribution of uniform rod.