

## 超音波複合振動による金属溶接のための振動体の開発

## — 溶接チップの長さを変化させた場合の振動特性 —

## Development of vibration source for welding of metals by complex ultrasonic vibration

## — Characteristics of vibration varying length of welding tip —

○友田 慧<sup>1</sup>, 好岡隼矢<sup>1</sup>, 坂井良平<sup>2</sup>, 浅見拓哉<sup>3</sup>, 三浦 光<sup>4</sup>\*Akira Tomota<sup>1</sup>, Junya Yoshioka<sup>1</sup>, Ryohei Sakai<sup>2</sup>, Takuya Asami<sup>3</sup>, Hikaru Miura<sup>4</sup>

Abstract: In welding of metals by the ultrasonic vibration, there are methods of plural vibrators and complex ultrasonic vibration. But the equipment of the method using plural vibrators is large sized, and expensive. These methods have problems directional movement, so the vibration trajectory is a straight line because of the difference between longitudinal and torsional vibration amplitude. The purpose of this study is development of vibration source to obtain large vibration trajectory for uniform and high intensity in a welding part by complex vibration. In previous studies, vibrator with diagonal slits obtain plane vibration trajectory by two resonance frequencies driven. In this paper, characteristic of vibration varying length of welding tip was examined.

## 1. はじめに

従来の超音波振動による金属の溶接には、単一周波数による複数の振動子を用いた方法や、縦一ねじり複合振動を用いた方法等がある<sup>[1]</sup>。しかし、複数の振動子を用いた方法は装置自体が大型で高価になり、また、縦一ねじり複合振動を用いた方法は振動振幅の大きさの違いにより、振動の軌跡が直線状になりやすく、溶接部の溶接強度が方向によって差を生じやすい問題がある。本研究では、溶接面積を上げ、溶接部において方向による差を持たずに一様で高い強度を得るために、大きな振動軌跡を得る振動体の開発を目的としている。これまでの検討では、斜めスリットを用いた振動体に 2 つの駆動周波数を加えることにより、一様棒先端部で面状の振動軌跡が得られることを明らかにした<sup>[2]</sup>。

本稿では、溶接試料に最適な振動を与えるために、一様棒先端部に取り付けた溶接チップの長さを変化させた場合における振動特性の検討を行った。

## 2. 実験装置

Fig. 1 は超音波振動体及び溶接チップ先端部を加圧するための加圧機の概略である。振動体は 20 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子にエキスポネンシャルホーン(振幅拡大比 4.6)、及び一様棒(直径 12 mm, 長さ 120 mm)をねじで結合したものである。一様棒先端部には Fig. 2 に示すような溶接試料に振動を与えるための溶接チップ(SUS 製)を取り付けた。溶接チップは直径が 3 mm, 長さが 2-28 mm であり、一様棒の先端から 3 mm の位置にねじで結合してある。また、図に示すように溶接チップの長さ方向を  $x$  軸とし、一様棒側を原点とした。加圧機は溶接チップ先端部を加圧するた

めに用いる。なお、サポートは加圧時に一様棒のしなりを防止するためのものである。

## 3. 溶接チップの長さを変化させた場合の一様棒及び溶接チップの振動特性

溶接に最適な溶接チップの長さ検討を行うため、溶接チップの長さを変化させた場合における、一様棒先端部及び溶接チップ先端部の振動振幅の測定を行った。測定は振動子の電流を 100 mA 一定とし、振動振幅の測定にはレーザドップラ振動計を用いた。

Fig. 3 はその結果であり、横軸に溶接チップの長さを、

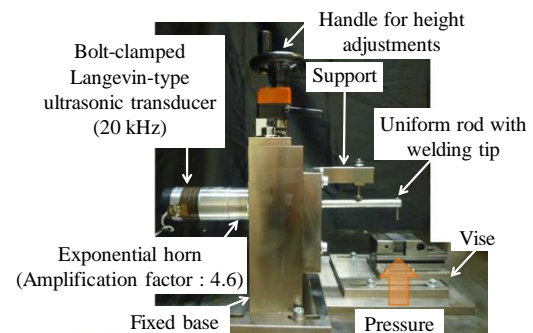


Fig. 1 Ultrasonic vibration source and pressure machine.

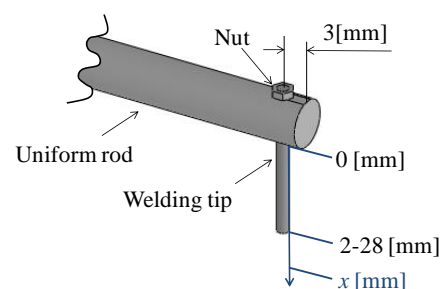


Fig. 2 Uniform rod with welding tip.

縦軸に一樣棒先端部及び溶接チップ先端部の振動振幅を、パラメータに一樣棒先端部又は溶接チップ先端部の振動振幅を取っている。図より、一樣棒先端部の振動振幅は溶接チップの長さを変化させてもほぼ一定であった。一方、溶接チップ先端部の振動振幅は溶接チップの長さが 22 mm, 8 mm の場合において極大となった。また、振動振幅は溶接チップの長さが 28 mm, 及び 15 mm 付近, 2 mm の場合において、振動振幅は一樣棒先端部と溶接チップ先端部ではほぼ同じ大きさとなった。これは溶接チップの長さが 2 mm の場合における振動振幅は一樣棒と溶接チップが一体振動したと考えられる。しかし、溶接チップの長さが 28 mm, 及び 15 mm の場合における振動振幅が、それぞれの溶接チップの長さより短いときに、極大となっていることから、これらの溶接チップの長さにおける振動振幅は一樣棒と溶接チップが一体振動していないと考えられる。

#### 4. 溶接チップの先端部を加圧した場合の振動分布

超音波溶接をするためには、加圧した状態で溶接チップ先端部において大きな振動振幅を得る必要がある。そこで、3 節より得られた溶接チップの長さが 22 mm, 8 mm, 2 mm の場合について溶接チップ先端部を加圧した場合における振動分布の検討を行った。実験は加圧の大きさを変化させた場合の各測定位置における溶接チップの振動振幅の測定を行い、振動分布を求めた。測定方法は 3 節と同様である。

Fig. 4 はその結果であり、同図の[a], [b], [c]は溶接チップの長さが 22 mm, 8 mm, 2 mm の場合における振動分布である。横軸に溶接チップの測定位置を、縦軸にチップの振動振幅を、パラメータに加圧の大きさを取

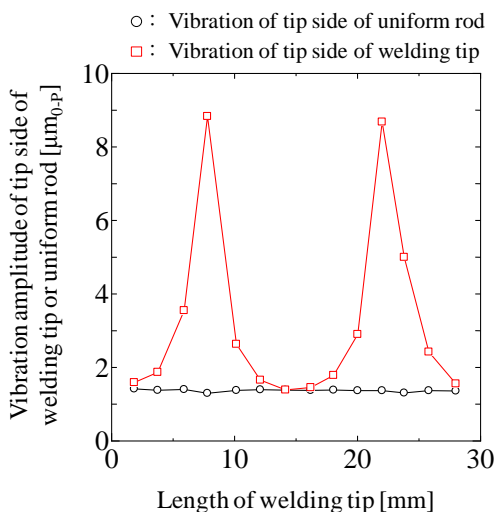


Fig. 3 Vibration amplitude of uniform rod or welding tip.

っている。

Fig. 4 [a], [b]より、溶接チップの長さ 22 mm および 8mm の場合の振動振幅は、加圧をしていない場合において溶接チップ先端部で大きく得られることが分かった。しかし、加圧により、振動振幅は溶接チップ先端部で得られなくなった。これは溶接チップ先端部を加圧することにより、溶接チップ先端部が固定端に近づいたためと考えられる。

次に、同図の[c]より、溶接チップの長さが 2 mm の場合の振動振幅は、加圧をしていない場合においてほぼ一定となることが分かった。また、溶接チップの振動振幅は加圧をすることにより、溶接チップ先端部で多少減少することが分かった。しかし、加圧した場合における溶接チップ先端部の振動振幅は、溶接チップの長さが 22mm, 8 mm のときに比べて、大きく得られていることが分かった。

#### 5. おわりに

溶接チップの長さを変化させた場合における振動特性の検討を行った。その結果、加圧した場合における溶接チップ先端部の振動振幅は溶接チップの長さを 2 mm とすることにより、最も得られることが分かった。これより、最も溶接に適している溶接チップの長さは 2 mm と考えられる。

#### 6. 参考文献

- [1] 辻野次郎丸, 他: 電子情報通信学会報告書, 107, 494, pp. 37-42, 2008.
- [2] 坂井良平, 浅見拓哉, 三浦 光: 日本音響学会春季研究発表論文集, pp. 1379-1380, 2012.

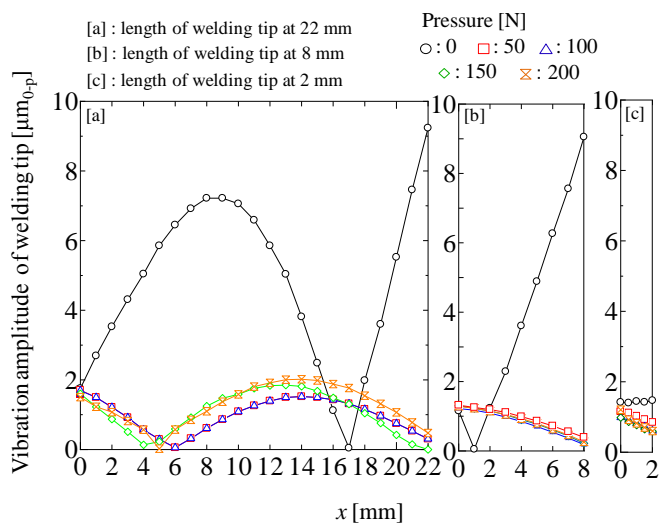


Fig. 4 Vibration distributions of welding tip at length of 22 mm, 8 mm or 2 mm.