

L-45

超音波複合振動による金属溶接のための縦-ねじり振動特性

- 2つの駆動周波数を加えた場合 -

Characteristics of longitudinal and torsional vibration for welding of metals by complex ultrasonic vibration

- Vibrator driven by two resonance frequencies -

○坂井良平¹, 友田 慧², 好岡隼矢², 浅見拓哉³, 三浦 光⁴*Ryohei Sakai¹, Akira Tomota², Junya Yoshioka², Takuya Asami¹, Hikaru Miura³

Abstract: The welding of metals by ultrasonic vibration doesn't have the necessity for preprocessing of metal sample, and this method have a no damage to metal sample because of the method not using heat. But, these methods have problems of directional welding strength, 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 vibrator for uniform and high intensity in a welding part. In previous paper, vibrator with diagonal slits obtain plane vibration trajectory. In this paper, characteristics of ultrasonic vibrator with diagonal slits and welding tip that by two resonance frequencies driven varying the static pressure was examined.

1. はじめに

超音波による金属の溶接は他の溶接のような試料表面の前処理が必要なく、また、熱を利用しないためワークへのダメージが少ない有効的な方法である。しかし、従来の超音波溶接である複数の振動子を用いた方法や縦-ねじり複合振動体を用いた方法等^[1]は溶接部に与える振動の軌跡が直線状になりやすいため、溶接強度が方向によって差が生じやすい問題がある。そこで本研究は一律で高い溶接強度を得ることができる振動体の開発を目的としている。これまでの検討で、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、振動体先端部で面状の振動軌跡が得られることを明らかにしている^[2]。本稿では、1個の縦振動子に斜めスリットを設けた一様棒を接続して得られる縦-ねじり振動体を用い、この振動体の先端部に溶接のための溶接チップを取り付けた場合について、2つの駆動周波数を加え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(ジュラルミン製)、及び斜めスリットを用いた一様棒(直径12 mm, 長さ120 mm, SUS製)をねじで結合したものである。斜めスリットは一様棒先端部で複合振動を得るために設けており、スリットの中心位置を一様棒先端部より61 mm, 深さを3.5 mm, 角度を35°, 本数を8本とした^[3]。また、一様棒の先端部にはFig.2に示すような溶接試料に振動を与えるための溶接

チップを取り付けた。ここで溶接チップの長さ方向をX軸とし、原点を一様棒側とし、X=0 mmで一様棒先端部[a]とし、X=13 mmで溶接チップ先端部[b]とした。溶接チップは先端部(X=11-13 mm)の直径が3 mm, 一様棒側(X=10-11 mm)の直径が6 mm, 長さが3 mmであり、溶接チップの中心軸位置が一様棒の先端部から3.5 mmの位置にねじで結合してある。次に、加圧機は溶接チップ先端部を加圧するために用いており、精密バイス

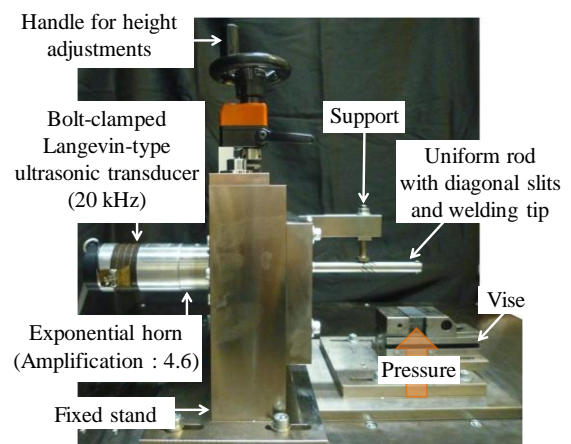


Fig.1 Ultrasonic vibration source and pressure machine.

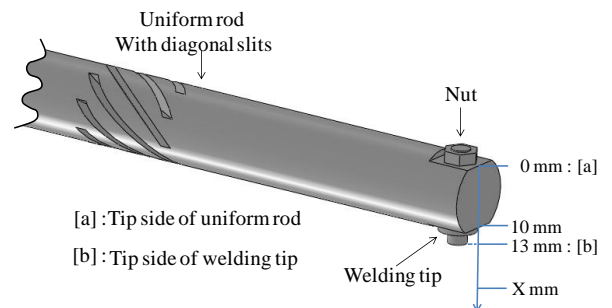


Fig.2 Uniform rod with diagonal slits and welding tip.

を上昇させ、溶接チップ先端部を加圧する仕組みとなっている。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に用いた。

3. 溶接チップ先端における縦-ねじり振動振幅の周波数特性

上述の振動体の振動特性を検討するため、駆動周波数を変化させた場合の溶接チップ先端部[b]における縦及びねじり振動振幅の測定をしたところ、縦及びねじり振動振幅は 18.1 kHz と 18.9 kHz で極大となり、この 2 つの周波数において大きく得られることが分かった。

4. 2 つの駆動周波数を用いた場合の縦-ねじり振動振幅の加圧特性

4. 1 一様棒及び溶接チップの縦振動分布

超音波溶接をする場合において、加圧したときに溶接チップ先端部で振動振幅を得る必要があることから、上述の振動体の溶接チップ先端部を加圧し、2 つの周波数で同時に駆動させた場合の検討を行った。実験は加圧の大きさを変化させた場合の一様棒先端部、及び溶接チップ部における縦振動振幅の測定を行い、縦振動分布を求めた。なお、測定は Table 1 に示す条件で行い、振動振幅はレーザドップラ振動計により測定した。

Fig.4 はその結果である。図は縦軸に縦振動振幅を、横軸に測定位置 X を取っている。図より、縦振動振幅は加圧しない場合において、溶接チップ先端部に向けて少し増加することが分かった。また、縦振動振幅は加圧した場合において、溶接チップ先端部に向けて減少するが、溶接チップ先端でもある程度得られることが分かった。

4. 2 各測定位置における振動軌跡

ここでは 4.1 節の場合における振動軌跡の検討として、加圧の大きさを変化させた場合の[a], [b]の測定位置における縦及びねじり振動振幅の測定を行い、振動軌跡を求めた。なお、測定方法は 4.1 節と同様である。

Fig.5 は各測定位置における加圧を変化させた場合の振動軌跡である。図は縦軸にねじり振動振幅を、横軸に縦振動振幅を取っている。図より、加圧しない場合の振動軌跡はいずれの測定位置においても、ほぼ同じ軌跡の形状となった。また、加圧した場合の振動軌跡はいずれの測定位置においても、加圧しない場合に比べて小さくなることが分かった。しかし、溶接チップ先端部の振動軌跡は加圧した場合においても、面状の軌跡となることが分かった。

5. おわりに

溶接チップを取り付けた斜めスリットを用いた超音波振動体に 2 つの駆動周波数を加えた場合の振動特性

の検討を行った。その結果、この振動体は溶接チップ先端部で面状の振動軌跡が得られることが分かった。また、加圧した場合においても振動振幅は減少するが面状の振動軌跡がえら得ることが分かった。

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, pp1379-1380, 2012.
 [3] T. Asami, H. Miura, Jap. J. Appl. Phys., 50, 07HE31, 2011

Table 1 Measurement conditions.

	Oscillator1	Oscillator2	Oscillator1+Oscillator2
Frequency [kHz]	18.1	18.9	18.1 + 18.9
Input voltage [V _{pp}]	28.28	28.28	28.28 + 28.28

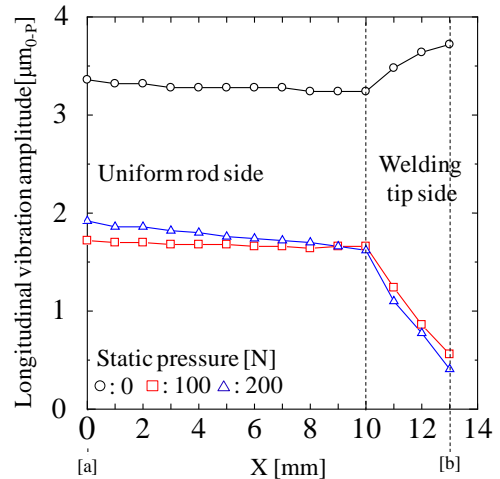


Fig.4 Longitudinal vibration distributions

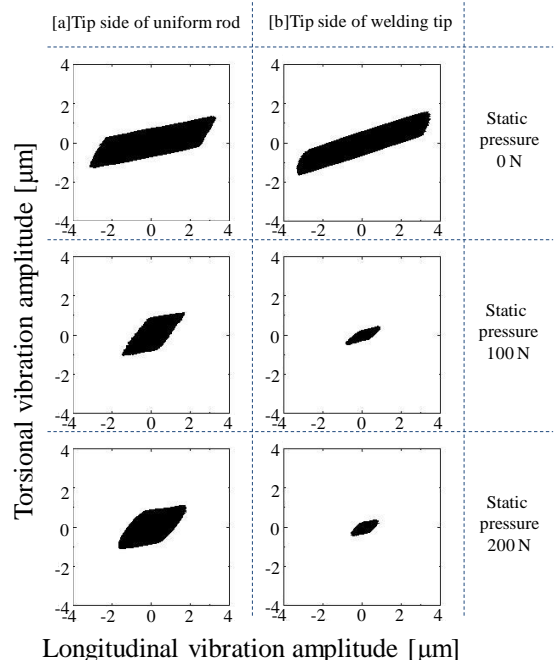


Fig.5 Vibration trajectory of the tip side of welding tip.