

L-69

金属溶接のための斜めスリットを用いた超音波複合振動体の開発

Vibration system for welding of metals by complex ultrasonic vibration

○坂井良平¹, 三浦 光²

*Ryohei Sakai¹, Hikaru Miura²

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 it is expensive. This methods have problems directional movement, so the vibration trajectory is a straight line because of the difference between longitudinal vibration amplitude and torsional vibration amplitude. The amplitude of longitudinal vibration and torsional vibration are made equal and shifted 90 degree to obtain uniform and high intensity in a welding part by complex ultrasonic vibration for the purpose. In this study, the trajectory of ultrasonic vibration source with diagonal slits was examined when varying the frequency.

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-ねじり複合振動を用いた方法等がある。^[1]しかし、複数の振動子を用いた方法は装置自体が大型で費用も高い。また、縦-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、振動の軌跡が直線軌跡に近く、溶接部において方向性を持つ問題がある。本研究では、溶接面積を拡げ、溶接部において一様で高い強度を得るために、縦-ねじり複合振動によって溶接での縦振動振幅とねじり振動振幅の大きさを等しくし、また縦振動振幅とねじり振動振幅の位相差を 90°ずらすことにより、方向性を持たない大きな振動軌跡を得ることを目的としている。現在は、溶接部に加える縦-ねじり振動の軌跡を円形にするための複合振動する振動体を検討している。本稿では、斜めスリットを用いた一様棒による振動源において、駆動周波数を変化させた場合の一様棒先端部の振動軌跡について検討を行った。

2. 実験装置

Fig.1 は超音波振動源の概略である。超音波振動源は 20 kHz 用ボルト締めランジュバン振動子にエキスポネンシャルホーン、及び斜めスリットを用いた一様棒をねじで結合したものである。一様棒は直径 12 mm、長さ 120 mm とし、先端部で複合振動を得るために斜めスリットを設けたもので、スリットの中心位置を先端部から 62 mm、深さを 3.5 mm、角度を 35°、本数を 8 本とした。^[2]

3. 斜めスリットを用いた一様棒の振動特性

ここでは、斜めスリットを用いた一様棒による振動

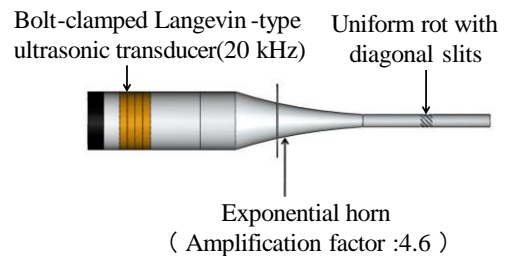


Fig.1 Ultrasonic vibration source.

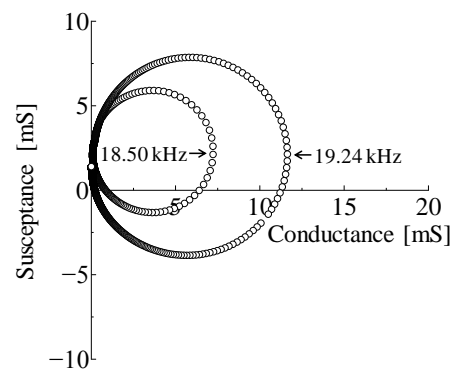


Fig.2 Admittance loop of ultrasonic vibration source.

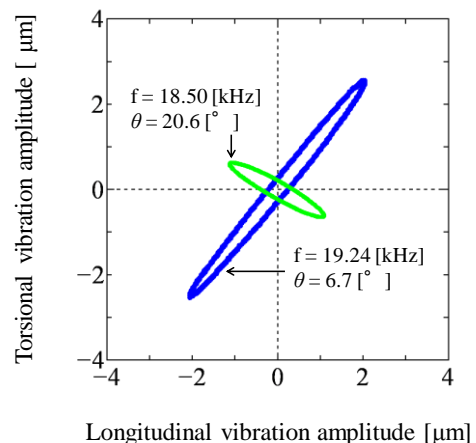


Fig.3 Vibration trajectory of the tip side of horn at 18.50 kHz and 19.24 kHz.

1 : 日大理工・院・電気 2 : 日大理工・教員・電気

体の振動特性の検討のため、アドミタンスの測定を行った。なお、測定は振動子供給電圧を 10 V 一定で行った。

Fig.2は斜めスリットを用いた一様棒による振動体の周波数 18.50-20.04 kHz におけるアドミタンスである。図は縦軸にサセプタンス、横軸にコンダクタンスを取っている。図より、振動体は 2 つのループを持ち、小さなループはコンダクタンスの最大が 7.2 mS で、共振周波数が 18.50 kHz となり、大きなループはコンダクタンスの最大が 11.7 mS で、共振周波数が 19.24 kHz となった。そこで、コンダクタンスがそれぞれ最大となる周波数のときの一様棒先端部での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、振動振幅の測定はレーザドップラ振動計により行った。

Fig.3は共振周波数が 18.50 kHz 及び 19.24 kHz での一様棒先端部における振動軌跡である。図より、周波数が 18.50 kHz のときの振動軌跡の縦及びねじり振動の位相差は 20.6°となり、19.24 kHz のときの振動軌跡の縦及びねじり振動の位相差は 6.7°となった。これらの結果より、斜めスリットを用いた一様棒はそれぞれの共振時において、縦及びねじり振動の位相差が異なり、振動軌跡の傾きが異なることが分かった。

4. 斜めスリットを用いた一様棒の周波数特性

3 節より、周波数 18.50 kHz と 19.24 kHz では振動軌跡の傾きが違うことから、この 2 つの周波数の間に位相差が 90.0°異なり、円形となる振動軌跡があると考え、周波数を変化させた場合の一様棒先端部における縦及びねじり振動振幅、振動軌跡の検討を行った。なお、測定は前節と同様に、振動子供給電圧 10 V 一定で行った。

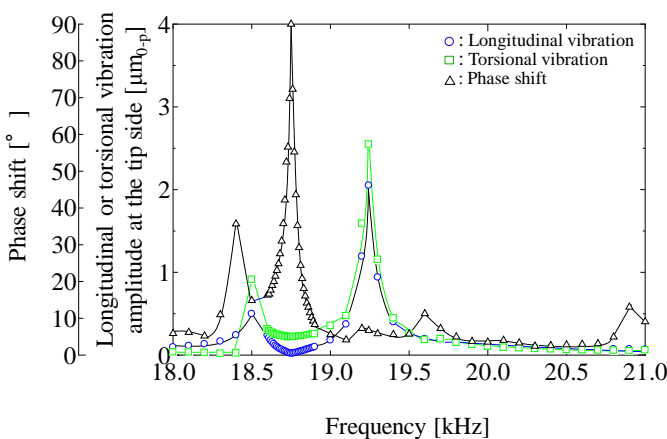


Fig.4 Frequency characteristics at 18.0-21.0 kHz

Fig.4は 18-21 kHz における周波数特性である。図は縦軸に位相差、縦及びねじり振動振幅を、横軸に周波数を取っている。図より、縦及びねじり振動振幅は 18.50 kHz と 19.24 kHz で極大となる傾向となった。これより、2 つの共振点において縦及びねじり振動振幅が大きく得られることが分かる。また、縦振動振幅とねじり振動振幅の位相差は周波数 18.75 kHz で 90.0°となった。

Fig.5は 18.75 kHz での一様棒先端部における振動軌跡である。図より、18.75 kHz での振動軌跡は縦振動振幅とねじり振動振幅の位相差が 90.0°異なっていることが分かる。しかし、縦振動振幅がねじり振動振幅に比べて小さいため楕円形となった。

5. おわりに

斜めスリットを用いた一様棒において周波数を変化させた場合の振動軌跡の検討を行った。その結果、斜めスリットを用いた一様棒は、18.75 kHz 縦及びねじり振動の位相差が 90.0°となった。しかし、縦振動振幅がねじり振動振幅に比べ小さいため楕円形となった。現段階では、金属の溶接には十分とはいえない振動軌跡だが、縦振動振幅を改善することにより、金属の溶接に利用可能と考えられる。

6. 参考文献

- [1] 辻野次郎丸, 他: 「斜めスリット振動変換器を用いた超音波複合振動溶接装置の振動特性の検討」, 電子情報通信学会報告書, 107, 494, p.37-42, 2008
- [2] T. Asami, H. Miura: “Vibrator Development for Hole Machinig by Ultrasonic Longitudinal and Torsional Vibration”, Jap. J. Appl. Phys., 50, 07HE31, 2011

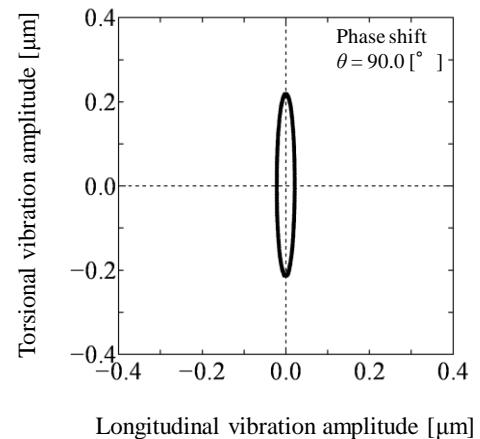


Fig.5 Vibration trajectory of the tip side of horn at 18.75 kHz.