

## 接合面積を大きくするための超音波複合振動源の開発

### Development of the complex vibration source of enlargement bonding area

○齋藤大貴<sup>1</sup>, 樋口祐亮<sup>2</sup>, 浅見拓哉<sup>3</sup>, 三浦 光<sup>3</sup>

\*Daiki Saito<sup>1</sup>, Yusuke Higich<sup>2</sup>, Takuya Asami<sup>3</sup>, Hikaru Miura<sup>3</sup>

Abstract: The welding method of metals by ultrasonic vibration has a problem 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 the vibrator for uniform and high intensity in a welding part. In previous study, the vibrator with diagonal slits obtains plane vibration trajectory. In this paper, we propose a novel locus of vibration and frequency characteristics when fitted with a uniform rod with a diagonal slit.

#### 1. 緒言

金属を接合する方法の一つに超音波接合法がある。超音波接合とは、重ね合わせた金属薄板の境界面に超音波振動を加えることにより、境界面で金属結合を生じさせ、接合する方法である。この接合法は、熱を使用しないため、融点が異なる異種の金属同士でも接合可能な利点がある。しかし、超音波接合は接合強度が弱い、接合対象の設置の仕方により強度が異なるといった問題点がある<sup>[1]</sup>。

筆者らはこれらの問題点を解決するため、縦振動とねじり振動の 2 つの振動を有する超音波振動体に、2 種類の周波数を同時に印加した場合に得られる方向性を持たない面状の振動軌跡を用いた超音波接合法の検討を行っている。これまで、20 kHz 用振動子に直径 3 mm の接合チップを用いて接合を行ってきた<sup>[2]</sup>。しかし、

接合面積を大きくするため、直径 8 mm の接合チップを用いた音源を考えた。本稿では、この時の斜めスリットを有する一様棒を装着したときの周波数特性と振動軌跡の検討を行った。

#### 2. 超音波振動体

Fig.1 は、実験に用いた超音波振動体の概略である。図に示すように、超音波振動体は、20 kHz 用ボルト締めランジュバン型振動子、ステップホーン及び直径 30 mm の斜めスリットを有する一様棒をねじで結合したものである。斜めスリットの深さは 10 mm、スリット位置は一様棒の先端から 47.5 mm、角度は 30° とした。なお、斜めスリットを有する一様棒の先端には、Fig.2 の左図に示す接合のための接合チップを接続している。Fig.2 の右図は接合チップ部分の一つを拡大した図であり、直径 8 mm、半径 25 mm の球体の一部を切り取った形となっている。

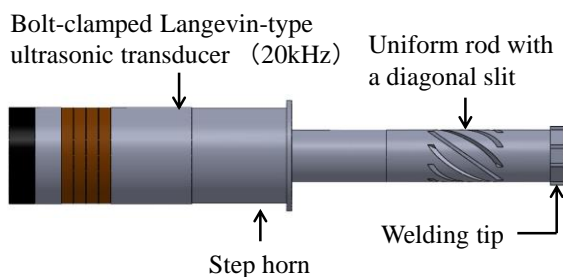


Fig. 1 Ultrasonic vibration source.

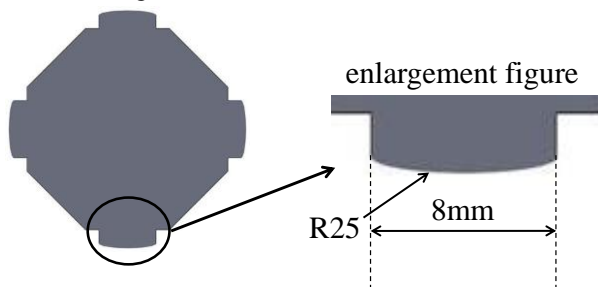


Fig. 2 Welding tip.

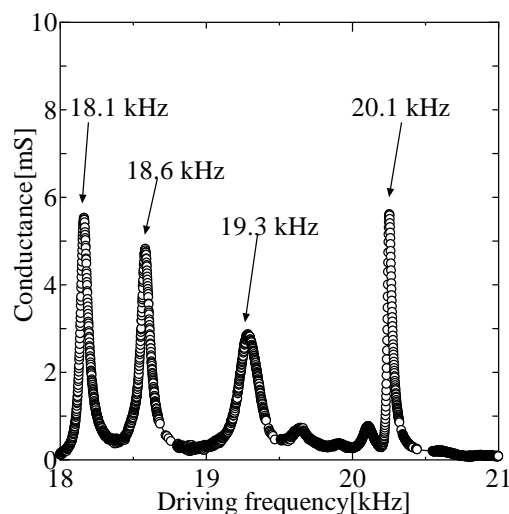


Fig. 3 Relationship between frequency and conductance.

### 3. 超音波振動体の周波数とコンダクタンスの関係

接合のための方向性を持たない面状の振動軌跡を得るための基礎的検討として、Fig.1 に示した超音波振動体の周波数に対するコンダクタンス特性を測定した。測定は LCR メータを用いて行った。Fig.3 はその結果である。図は横軸に周波数、縦軸にコンダクタンスをとっている。同図よりコンダクタンスは 20.1 kHz が一番大きく、18.1 kHz が二番目に大きいことがわかる。

### 4. 超音波振動体の周波数と振動変位の関係

次に、Fig.1 に示した超音波振動体の周波数に対する振動特性を知るために、振動変位を測定した。測定は電圧 20 V 一定で、2 台のレーザドップラー振動計で行った。Fig.4 はその結果である。図は横軸に周波数、縦軸に振動変位をとっている。図より縦振動の振動変位は 18.6 kHz で一番大きく、ねじり振動の振動変位は 20.1 kHz で一番大きいことがわかる。また、ねじり振動変位は 18.6 kHz でも共振していることがわかる。

この 2 種類の周波数の振動変位が大きいことから振動体の駆動には、この 2 種類の周波数を用いることにした。

### 5. 超音波振動体の振動軌跡の検討

超音波振動体の振動軌跡を知るために無負荷時の接合チップの振動軌跡を 2 台のレーザドップラ振動計を用いて測定した。測定は、1 W 一定で、Fig.4 の結果から印加する周波数が 18.6 kHz のみまたは 20.1 kHz のみで駆動させた場合と、18.6 kHz と 20.1 kHz の 2 種類の周波数で駆動させた場合で行った。Fig.5 はその結果である。図はいずれも横軸に縦振動振幅、縦軸にねじり振動振幅をとっている。同図 (a) は、18.6 kHz と 20.1 kHz それぞれで駆動させた場合、同図(b)は 18.6kHz と 20.1kHz の 2 つの周波数を同時に駆動させた場合の結果である。図(a)より、18.6 kHz または 20.1 kHz の単一周波数で駆動させた場合には、いずれも直線軌跡の振動が得られた。一方、図(b)より、18.6 kHz と 20.1 kHz の 2 つの周波数で駆動させた場合には、面状軌跡の振動が得られることがわかった。

### 6. おわりに

今回の検討で、超音波振動体を 2 種類の周波数で同時に駆動させることで面状の軌跡が得られることがわかった。今後は今回得られた線状の軌跡と面状の軌跡を用いて、接合強度の比較検討を行う予定である。

### 参考文献

[1]坂井良平, 友田 慧, 好岡隼矢, 浅見拓哉, 三浦 光, 平成 24 年度日本大学理工学部学術講演会論文集 pp.1055-1056, 2012.

[2]杉山 慶, 齋藤大貴, 浅見拓哉, 三浦 光, 音講論集 pp.1339-1340, 2014.3.

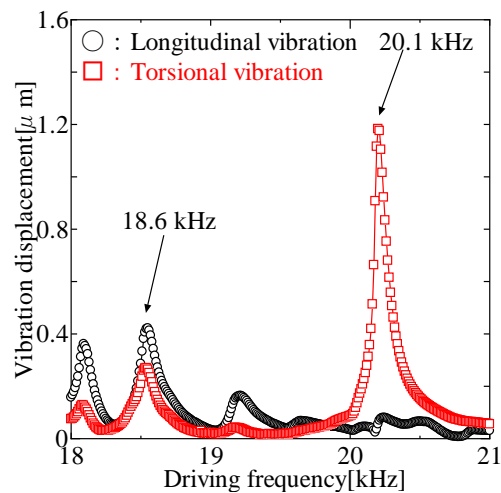
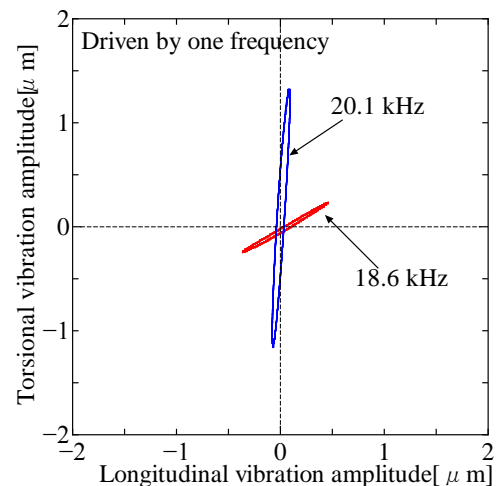
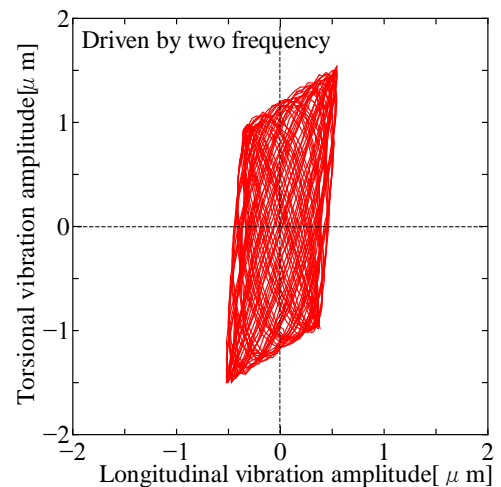


Fig.4 Relationship between frequency and vibration displacement.



(a)Vibration of linear locus



(b)Vibration of planar locus

Fig.5 Vibration loci.