L-4

接合面積を大きくするための縦ーねじり複合振動源の開発

Development of the longitudinal-torsional complex vibration source for enlargement bonding area

○齋藤大貴 [1]，淺見拓哉 [2]，三浦　光 [2]
*Daiki Saito[1], Takuya Asami[2], Hikaru Miura[2]

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 examine the position of the diagonal slit, frequency characteristics and the vibration locus.

１．はじめに

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．

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[1]．これまで，20 kHz 用の振動体に 4 mm 角の接合チップを用いた接合を行ってきた[2]．しかし，大きな振幅の振動を得るため，新たに接合チップの装着方法を変えた直径 4 mm の接合チップを用いた音源を考えた．本稿では，新たな音源に大きなねじり振動を得て，かつ，大面積で接合するための斜めスリットの位置を検討し，斜めスリットを入れたときの周波数特性と振動軌跡の検討を行った．

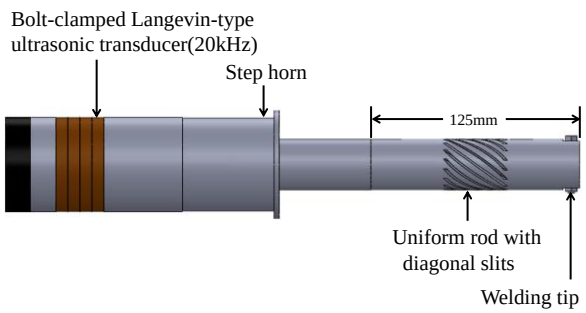


Figure 1. Ultrasonic vibration source.

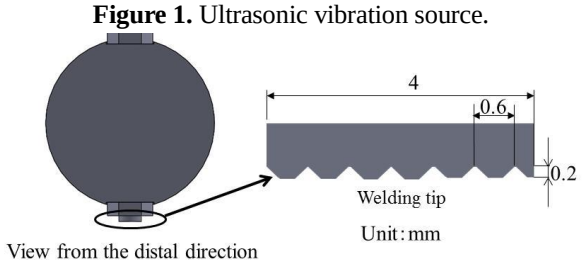


Figure 2. Welding tip.

２．超音波振動体

図 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．一様棒先端には接合するための接合チップが取り付けられている．

図 2 の左図は接合のための接合チップを一様棒先端方向から見た図であり，接合チップは一様棒を貫通し，ナットで固定した形となっている．右図は接合チップ部を拡大した図であり，直径 4 mm で先端が凹凸状の形状である．

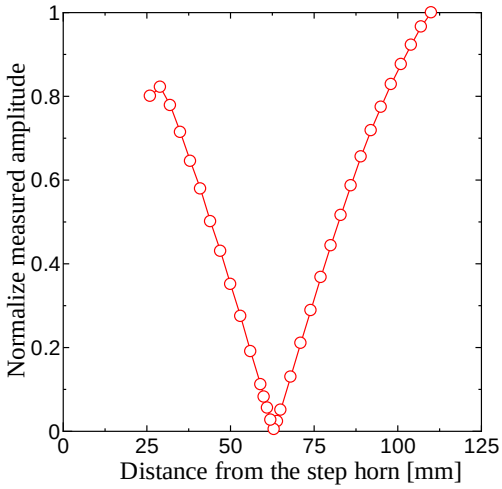


Figure 3. Vibration amplitude of the uniform rod.

１：日大理工・院(前)・電気　２：日大理工・教員・電気

３．斜めスリットを有する一様棒

始めに一様棒の節の位置を知るために，斜めスリットを有しない一様棒の縦振動の振動分布を測定した．その結果を図 3 に示す．図より，縦振動の節の位置はステップホーン先端から 63 mm の位置にあることがわかった．これより，斜めスリットを入れる位置はステップホーンの先端から 63 mm とした．条件はこれまでの検討から，斜めスリットの角度は 35°，本数は 16 本とした．

４．超音波振動体の周波数と振動変位の関係

次に，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．図 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 19.5 kHz で一番大きく，ねじり振動の振動変位は 23.8 kHz で一番大きいことがわかる．また，ねじり振動変位は 19.5 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，図 4 の結果から印加する周波数が 19.5 kHz のみ，または 23.8 kHz のみで駆動させた場合と，19.5 kHz と 23.8 kHz の 2 種類の周波数の加算で駆動させた場合で行った．

図 5 はその結果である．図はいずれも横軸に縦振動振幅，縦軸にねじれ振動振幅をとっている．同図（a）は, 19.5 kHz と 23.8 kHz のそれぞれで駆動させた場合，同図(b)は 19.5 kHz と 23.8 kHz の 2 つの周波数を同時に加えて駆動させた場合の結果である．図(a)より，19.5 kHz または 23.8 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，19.5 kHz と 23.8 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．

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] 杉山 慶，　齋藤大貴，　淺見拓哉，　三浦 光，音講論集 pp.1339-1340, 2014.9.

[2]齋藤大貴，　淺見拓哉，　三浦 光，　音講論集 pp.1141-1142, 2015.9.

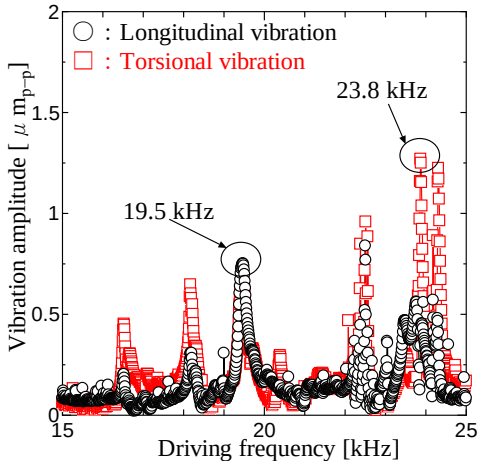
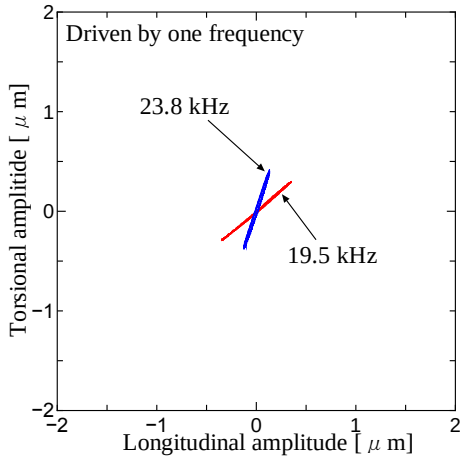
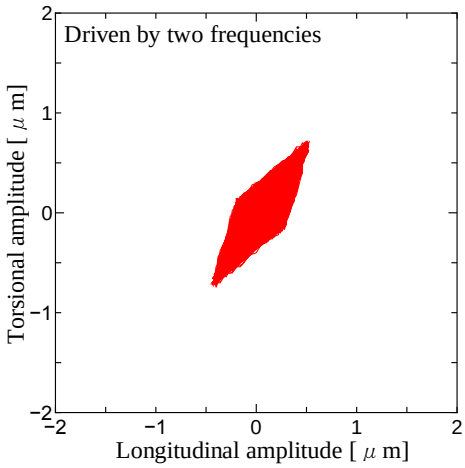


Figure 4. Relationship between frequency and vibration displacement.



(a) Vibration of linear locus



(b) Vibration of planar locus

Figure 5. Vibration loci.