

超音波複合振動源に用いる中空部を設けたステップホーンの検討

Examination of Step Horn with Hollow Part Used for Ultrasonic Complex Vibration Source

○水野 隼佑<sup>1</sup>, 浅見拓哉<sup>2</sup>, 三浦 光<sup>2</sup>

\*Shunsuke Mizuno<sup>1</sup>, Takuya Asami<sup>2</sup>, Hikaru Miura<sup>2</sup>

Abstract: We have designed a horn that can be used as a vibration source to generate plane vibration amplitude, in which the amplitude amplification factor of longitudinal and torsional vibrations can be individually designed. In this paper, the vibration modes of a step horn with a hollow part are investigated by FEM to study the step horn with a hollow part whose amplitude expansion ratio can be individually designed.

1. はじめに

超音波接合に用いる振動モードは、一軸方向の線状振動と比較し、縦一ねじり振動から構成される二軸方向の面状振動を用いる方が良く、短時間で高い接合強度が得られる。また、斜めスリットを施した複合振動源は、縦振動およびねじり振動の振幅拡大比の差が大きく振動制御がしにくい<sup>[1]</sup>。本研究では、それぞれの振幅拡大比が各々に設計できる超音波複合振動源を開発するために、中空部を設けたステップホーンの設計を行い、共振周波数及び振動モードの検討を行った。

2. 超音波複合振動源の設計

Fig.1 は開発する超音波複合振動源の概略である。振動源は、同図の左から縦振動子、ねじり振動子、振動源を固定するためのフランジ付き一様棒及び中空部を有するステップホーンから構成されている。また、Fig.2 はステップホーンのみを描いた図である。各寸法は図に示すようにホーン太端直径を  $D_1$ 、細端外径を  $D_2$ 、細端内径を  $d_2$  とした。これらの値は、縦振動およびねじり振動の拡大比を、それぞれが安定して振動する値として、本検討では3に近似する寸法を拡大比の式から算出した。その結果、 $D_1 = 40 \text{ mm}$ 、 $D_2 = 29.0 \text{ mm}$ 、 $d_2 = 17.6 \text{ mm}$  となった。この寸法において縦振動およびねじり振動となる振動モードの検討を行った。

Fig.3 はモーダル解析により求めた振動モードの結果である。同図(a)は円周方向に大きな振幅が生じるねじり振動で共振する周波数 17.560 kHz の場合、同図(b)は軸方向に大きな振幅が生じる縦振動で共振する 28.236 kHz の場合の振動モードである。両図ともカラーバーにて振動変位振幅を示しており、赤が最大値、青が最小値を示している。図より、ホーン細端の振動変位は両結果ともホーン

太端部と比較して、およそ3倍になっていることが分かる。

3. おわりに

ステップホーンに中空部を設け、縦振動及びねじり振動変位振幅の拡大比がそれぞれ3倍になるように設計した。その結果、それぞれの振動において、その拡大比がほぼ3倍になっていることが分かった。

参考文献

[1] S. Oishi, Y. Miyata, A. Takuya, and H. Miura, Jpn. J. Appl. Phys., 59, SKKD11 (2020)

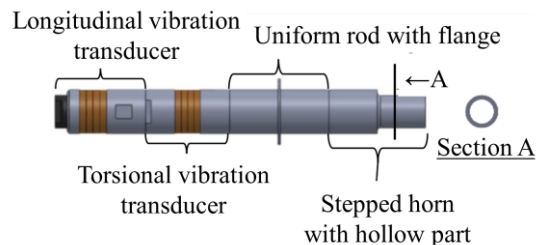


Fig.1 Longitudinal-torsional vibration source.

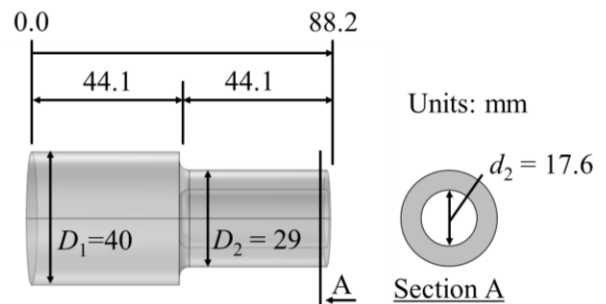
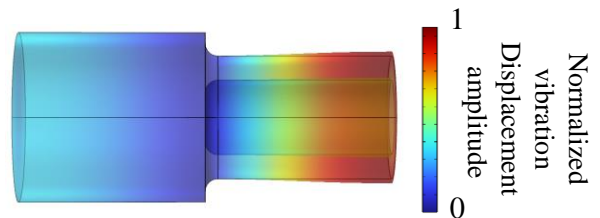
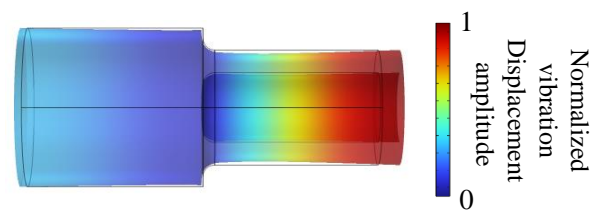


Fig.2 Stepped horn with hollow part.



(a) Frequency 17.560 kHz



(b) Frequency 28.236 kHz

Fig.3 Vibration modes.

1 : 日大理工・院 (前) ・電気 2 : 日大理工・教員・電気