

2-22

超音波エネルギーによる木材の温度上昇について -周波数の差異による比較- *

日大生産工（院） ○鈴木圭 日大生産工 大塚哲郎

1 はじめに

木材中に潜んでいる害虫の除去をする場合、木材自体の形状、特性を損なわずに除去が実施されることが望ましい。特に輸入された加工材木に害虫などが混入していた場合、検疫といった観点からも非常に重要である。

本研究では木材中に伝搬する振動エネルギーが熱エネルギーに変換されることを利用し、その周波数ごとの差異についてを検討した。

2 超音波放射用ホーンについて

本実験では、木材中に強力超音波を集中して放射するために、振動子から放射されるエネルギーを集中させる超音波ホーンを用いた。ホーンの形状はFig.1に示す様な半波長共振するステップホーンで、駆動周波数は28 kHzと20 kHzとして設計した。

設計したステップホーンの寸法は28 kHzは $d_1=40$ mm、 $d_2=20$ mm、20 kHzは $d_1=56$ mm、 $d_2=28$ mmとして、ジュラルミン（JIS-2017）から旋盤加工した。

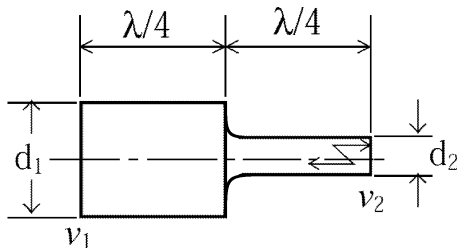


Fig. 1 Design of step horn

3 実験方法

前述のホーン先端を木材に圧着し超音波を三分間放射し続け、その間の温度上昇をサーモグラフィ（TVS-700）で測定、記録した。

TVS-700の仕様をTable1に、ホーンを木材に圧着する様子をFig.2に示す。

また本実験に用いるホーンの先端の振幅分布を光学的測定法であるホトニックセンサを用い

て測定し、そこから各超音波ホーンの入力（W）における振動速度を算出し、Fig.3を得た。この結果により、振動速度を基準として周波数ごとの比較を行った。

Table 1 TVS-700 Specification

表示画素数	320(H) × 240(V)
検知波長	8～14 μ m
最小温度分解能	0.05 °C (30 °C黒体にて)
温度精度	± 2 °C (室温環境下)

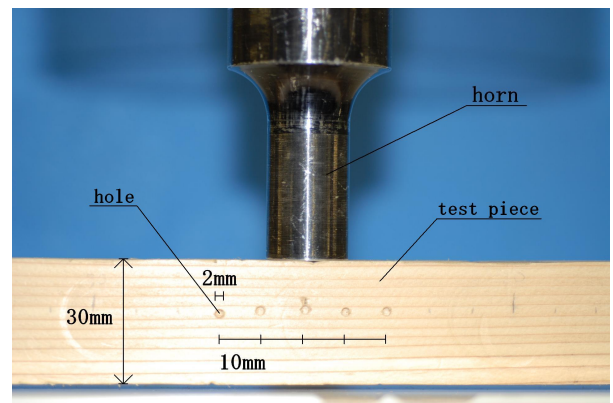


Fig. 2 Experimental setup

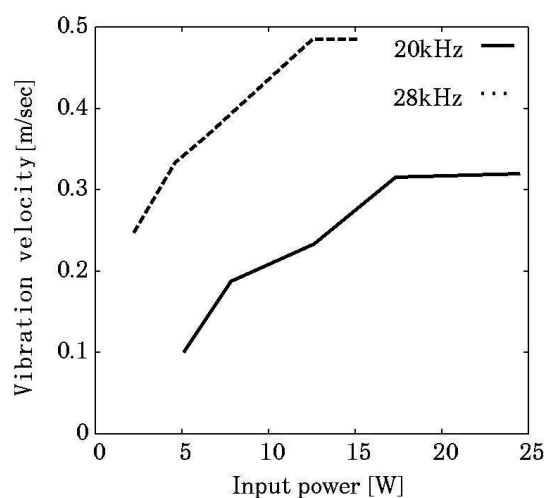


Fig. 3 Vibration velocity with increasing the input power

* Temperature rise of the wood by ultrasound energy. by Kei SUZUKI and Tetsuro Otsuka (College of Indust. Tech. Nihon University)

4 温度分布

今回の実験では、厚さ15mm、幅30mm、長さ600mmの乾燥した杉木材に、害虫による食害として想定した直径2mm、深さ2mmの穴を10mm間隔で開けたものを使用した。また、ホーンに荷重を加えると振動エネルギーを伝播させた際に温度をより上昇させることができるため [1]、木材の厚み方向に10kgの荷重を加えて実験を行い、Fig.4、Fig.5に示す図中の点線部における温度を、自重のみの場合と比較してグラフに示した。なお、Fig.3に得た結果から周波数ごとの比較は、それぞれのホーンの振動速度が最も近い入力においてである。

Fig.4は20kHzホーンを用い、振動子電気入力24.5Wにて三分間超音波を照射した結果。板全体の温度上昇は、ホーン直下および、板下部にて少々の上昇があるのみであり、荷重による温度の変化もほとんど見られない。

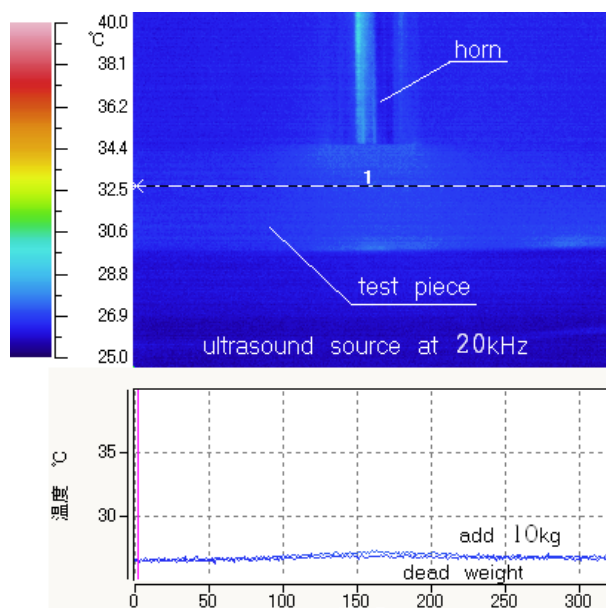


Fig. 4 20kHz Temperature distribution

Fig.5は28kHzホーンを用い、振動子電気入力4.6Wにて同じく三分間超音波を照射した結果、Fig.4に比べ板全体の温度が大きく上昇しており、荷重による温度の変化も大きい。温度の上昇はホーン直下にある2mmの穴においてもっとも著しく、周囲の温度に比べて約3℃上昇している。そしてその他の穴の結果から、28kHzの超音波照射においては、ある程度距離に比例した温度上昇が見られるということが分かった。

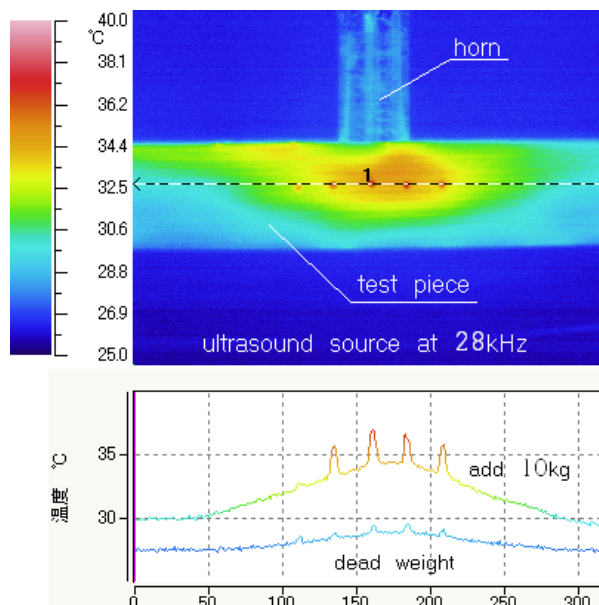


Fig. 5 28kHz Temperature distribution

5 まとめ

木材に強力超音波を伝搬することで超音波エネルギーにより木材全体が発熱する事、また、波長によってその温度上昇に違いがあることが分かった。今回の実験結果においては28kHzの温度変化のほうが大きかったが、Fig.4の結果を見ると、Fig.5の結果とは違い、ホーン直下よりも遠い場所から温度が高くなっているのが見られる。この実験結果を受け、今後の実験でこの原因および、木材の温度上昇における最も適した周波数の条件を探っていく。また、今回の実験では、温度変化は三分間の照射で最大35℃前後というものだったが、日本における食害の多くを引き起こす害虫であるヤマトシロアリ、イエシロアリは、40℃恒温以上において死滅させる事ができる [2] ため、食害を引き起こす害虫の駆除に期待を持つことができる。

今後の課題としては今回の結果を生かし、害虫駆除の最適条件を検討していく予定である。

参考文献

- [1] 鈴木、大塚：2009年度日本音響学会秋季研究発表会 1-Q-10
- [2] 佐藤仁彦編集，“生活害虫の辞典，”朝倉書店，2003年。