

空中超音波を用いた空間温度計測システムの研究

評価技術課 佐々木克浩 加工技術課 岩坪 聡, 釣谷浩之 生活工学研究所 塚本吉俊*
 機械電子研究所 浅田峯夫 立山科学工業(株) 木下正之 コーセル(株) 正源浩之

1. はじめに

従来の温度センサで空間全域の温度を計測するためには、センサを多数設置しなければならず、大がかりになる問題があった。一方、空気中の超音波を用いた温度計測は、超音波の伝搬時間を測定することによって空間の平均温度を非接触で計測できる。しかし、一般的に実用されている汎用圧電型超音波センサは、周波数帯域が狭く、発生した超音波の包絡線がなだらかとなってしまい、受波時刻の正確な決定は困難となる。そこで本研究では、汎用の空中超音波センサを用いた高精度かつ実用的な温度計測システムを開発した。

2. 温度計測システム

本研究で構築した空中超音波温度計測システムでは、駆動信号を発振器から送波器に印加することで超音波を送波させた。空气中を距離 $L (= 2.78\text{m})$ だけ伝搬した超音波を受波器で受波し、オシロスコープで観測した。受波信号の包絡線ピーク時刻から空間温度を計測する場合、従来の駆動信号(Fig.1(a))で得られる受波信号(Fig.1(b))はピークが不明瞭である。そこで、従来の駆動信号に対して大きな電圧比を持つ逆位相信号を加えた駆動信号(Fig.2(c))を提案した。逆位相の信号により包絡線ピーク付近以降の振動を抑制することで、従来の受波波形(Fig.2(b))より鋭いピークが得られた(Fig.2(d))。Fig.2(c)に示す電圧比 $k = v_2/v_1$ と波数 n を変え、受波時

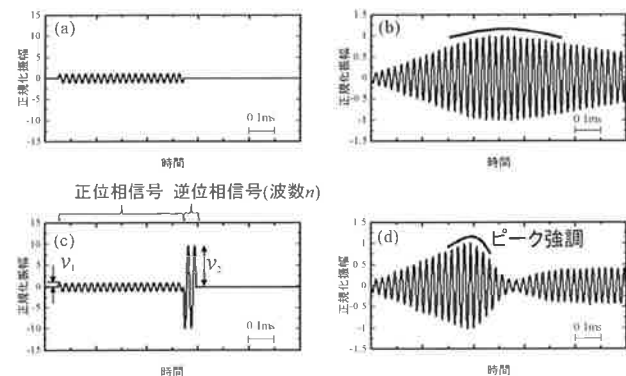


Fig. 1. Typical waveform. (a) Driving signal and (b) Received waveform of conventional method. (c), (d) Those of our method, respectively.

*現 材料技術課

刻の標準偏差が最も小さくなる条件を検討した結果、 $k = 10$, $n = 2$ であった。

3. 温度計測実験

ピーク時刻に位相情報を結合して 5°C 間隔で 10°C から 35°C まで温度計測を行った結果を Fig.2 (a) に示す。横軸が 6 本の熱電対により測定した平均温度 T_t 、縦軸が超音波による測定温度 T_u である。黒丸は 20 回の測定の平均値を示す。また、標準偏差および測定温度の差 $T_u - T_t$ をそれぞれ Fig.2 (b) および (c) に示す。また時間情報のみのそれを Fig.2 (d) および (e) に示す。標準偏差を測定精度とすると、測定精度は時間情報のみで $\pm 0.16^\circ\text{C}$ 程度、位相情報を結合することで $\pm 0.07^\circ\text{C}$ 程度まで向上できた。標準偏差は気流と温度、温度差 $T_u - T_t$ は温度分布と湿度の影響が主要因と考えられる。

4. おわりに

新しい駆動信号を導入した本システムを用いて、 $10^\circ\text{C} \sim 35^\circ\text{C}$ の温度範囲を計測した結果、 $\pm 0.07^\circ\text{C}$ 程度の精度が得られた。この他、10m 前後に相当する S/N やマルチパス環境下における本システムの有効性も検討している(詳細は文献 1)参照)。

参考文献

- 1) 佐々木 他, 若い研究 Fig. 2. Experimental results. 者を育てる会 研究論文集, vol.22 (2009) (b)

Standard deviations and (c) $T_u - T_t$ using peak-detection and phase correction. (d) Standard deviations and (e) $T_u - T_t$ using peak-detection alone.

