

小西 哉

目的別テーマ：高品位生産システムの確立

研究テーマ

15-6-16：走行線材用非接触温度測定システムの開発

ABSTRACT

A novel non-contact temperature measuring system for running wires featuring a single temperature sensor has been developed and installed on a practical wire production system. No complicated calibration is necessary for this system. The system is versatile as a built-in non-contact temperature measuring system for a variety of fields in the wire manufacturing industry, and useful to improve and guarantee the quality of wire products.

研究目的

電線などの線材製造工程では、高品位な製品を得るために、温度管理を行う必要がある。熱電対などの接触方式の温度測定方法では、温度センサと製品の間に生じる摩擦により、製品の品質が低下する。また、赤外線放射温度計に代表される非接触方式の温度測定方法では、キャリブレーションの手間がかかり、直径の小さい線材の温度測定が困難であるため、線材の温度測定には適さない。

市販されている走行線材用ツインセンサ型非接触温度測定器は、これらの問題点を解決しているが、熱流束センサを2個用いるため、システムが複雑で、コストが高い。このため、実際の線材製造装置に組み込んで使用するのには現実的ではないのが実状である。

本研究では、非接触で製品の品質を低下させず、キャリブレーション操作を最小限に抑え、かつ低コストな走行線材用温度測定システムを開発した。

5年間の研究内容と成果

温度センサ1個で構成可能な、走行線材用非接触温度測定システムを開発した。

Fig.1 に示すように走行線材を取り囲むセンサコイルにパルス電流を流し、電流印加前のコイル温度（ベース温度 T_b ）と電流パルス印加後のコイル最高温度（ピーク温度 T_p ）の差分を用いて、線材温度を推定した。

Fig.2 にセンサコイル温度の時間変化を示す。パルス電流が流れるとセンサコイル温度が上昇し、パルス電流切断後 25 s ほどで元の温度に戻る。30 s 間隔で周期的にパルス電流を流して測定を行った。

被測定線材温度に依存して変化するセンサコイルパラメタとして、放熱率 η を式(1)のように定義した。

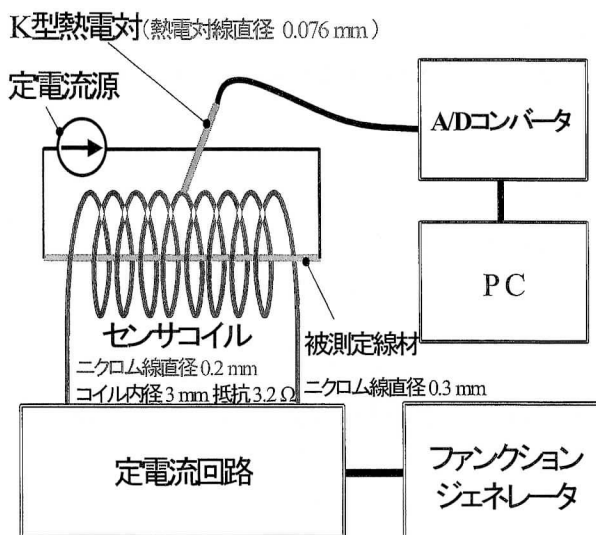


Fig.1 Non-contact temperature measuring system using a single sensor coil.

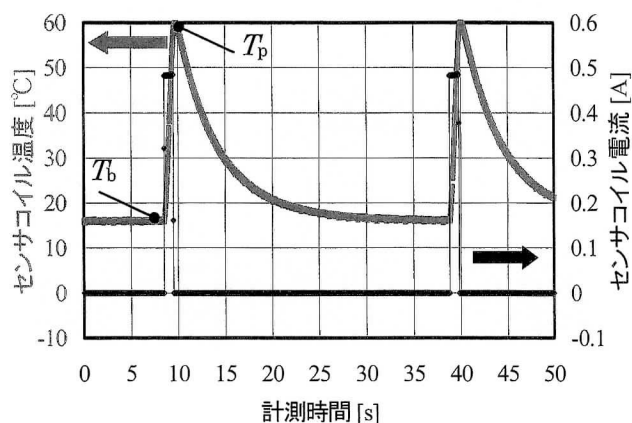


Fig.2 Time variation of the sensor coil temperature.

$$\text{放熱率 } \eta = \frac{Q - Q_u}{Q} \times 100 [\%] \quad (1)$$

Q はセンサコイルにパルス電流を流すことによる総発熱量（入力電力量）であり、 Q_u はセンサコイルの温度上昇に消費された熱量である。 Q_u は式(2)で表される。

$$Q_u = Cm(T_p - T_b) \quad (2)$$

C : センサコイル比熱

m : センサコイル質量

T_p : センサコイルピーク温度

T_b : センサコイルベース温度

実験より求めた被測定線材温度と放熱率 η の関係を Fig.3 に示す。センサコイルの放熱率 η は、被測定線材温度 $T_0 = 20 \sim 200$ °C の範囲で、良い直線性を示し、測定精度は $\pm 10^\circ\text{C}$ であった。

測温抵抗体（サーミスタ）を用いた、非接触温度測定システムを Fig.4 に示す。

サーミスタにパルス電流を流したときの、センサ出力電圧の線材温度依存性を Fig.5 に示す。被測定線材温度の増加に伴い、サーミスタの出力電圧 ΔV は減少した。特性は非線形ではあるが、センサコイルや他の測温抵抗体と比較して、電圧差 ΔV の変化は大きく、被測定線材温度が 100 °C のとき、出力電圧 ΔV の変化率（感度）は $0.6 \text{ mV}/^\circ\text{C}$ であった。

この結果から、サーミスタを用いて、本システムを構成すれば、実用的な感度と精度が得られることが明らかになった。

測温抵抗体を用いた非接触温度測定システム (Fig.4) を、線材製造装置に組み込み (Fig.6), 動作確認を行うことに成功した。

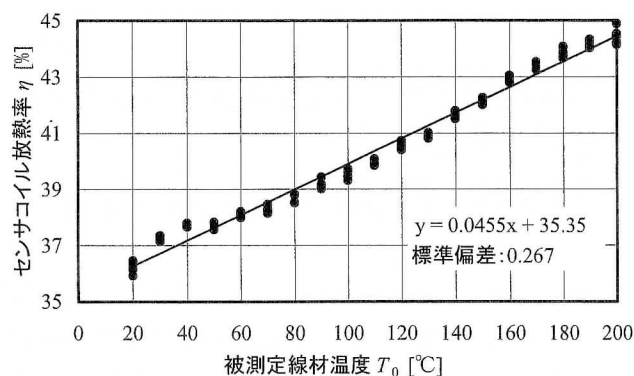


Fig.3 Dependence of the coefficient of heat loss η on the temperature of the objective wire T_0 .

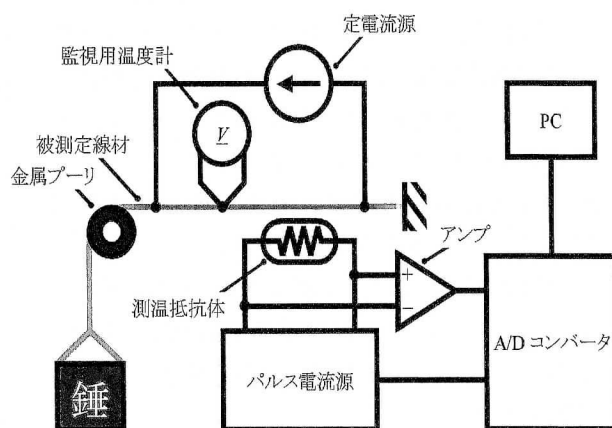


Fig.4 Non-contact temperature measuring system using a single temperature sensitive resistor.



Fig.6 Non-contact temperature measuring system installed in the electric wire production system.

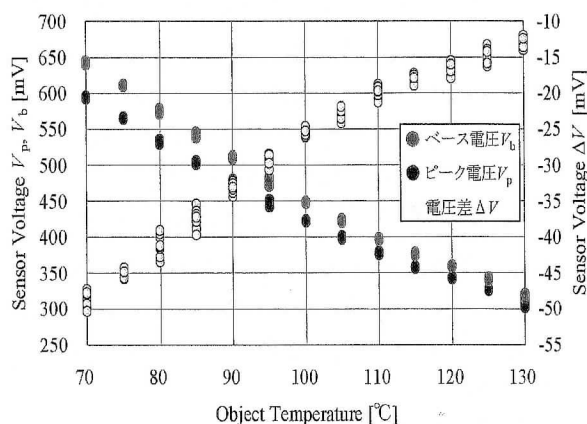


Fig.5 Dependence of thermistor sensor voltage on the objective wire temperature.