

目的別テーマ：高品位生産システムの確立

15 年度研究テーマ 15-6-16：走行線材用非接触温度測定システムの開発

ABSTRACT

We have been developing a non-contact temperature measuring system for running wires, which operates with a single temperature sensor and no complicated calibration for various kinds of wire products. This system is believed to be useful to improve and guarantee the quality and competitiveness of the wire production systems and wire products themselves.

研究目的

電線などの線材製造工程では、製品の仕上がり品質を均一にするために、温度管理を行う必要がある。熱電対に代表される接触方式の温度測定方法では、温度センサと製品の間が生じる摩擦により、製品の品質を低下させる恐れがある。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ることや、直径の小さい線材の温度測定が困難であるなどの理由から、線材の温度測定には最適ではない。

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、この2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、コストが高くなる。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ている。

1 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、システムの評価を行なった。

本研究では Fig.1 に示すような実験装置を用いた。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

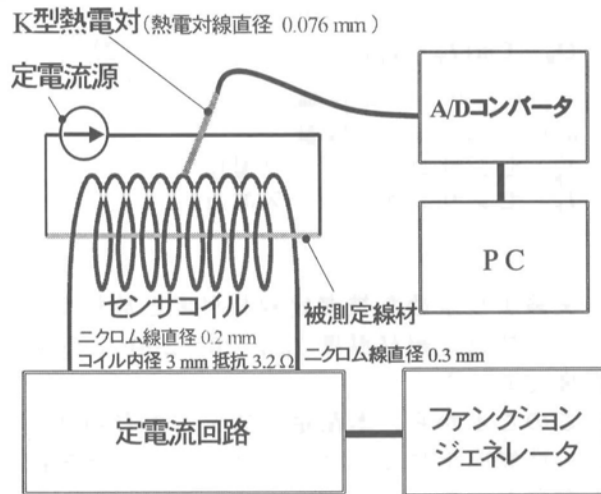


Fig.1 Schematic of experimental equipment

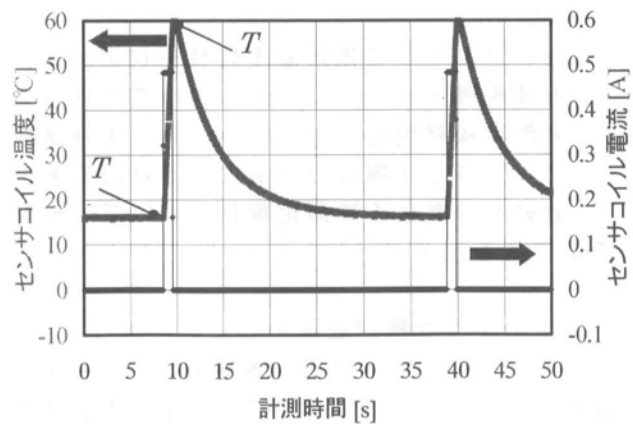


Fig.2 Time variation of sensor coil temperature.

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ことが分かる。そのため、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のパラメタとして、放熱率 η を式(1)のように定義した。

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

Q はセンサコイルにパルス電流を流すことにより得られる総発熱量（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 が 20~200 °C の範囲で、良い直線性を示した。測定精度は $\pm 10^\circ\text{C}$ 程度であった。

このことから、本測定システムの有効性および実用性が確認できた。また、本測定システムの性能向上には、センサコイルの線径を細くして、熱容量を低減することが有効であることが分かった。

展望

今後は、

- ・ センサコイルの抵抗温度特性を利用して、熱電対を使わずにセンサコイルの温度を測る方式を導入し、本システムの精度と感度をさらに向上させる
 - ・ 実際の線材製造装置に組み込み、実証試験を行なう
 - ・ センサコイル周辺の空気による対流の影響を、実験的・理論的に評価する
 - ・ 放射率の異なる被測定線材を用いて、放射の影響を定量的に評価する実験を行なう
- 予定である。

以上のような検討を進めることによって、非接触温度測定システムとしての性能と実用性がさらに高まると考える。本研究の原理にもとづく走行線材用非接触温度測定装置を、線材製造装置に組み込むことができれば、製品として得られる線材の品質向上につながり、線材製造装置自体も含めて、その競争力を大きく高められるものと考えている。

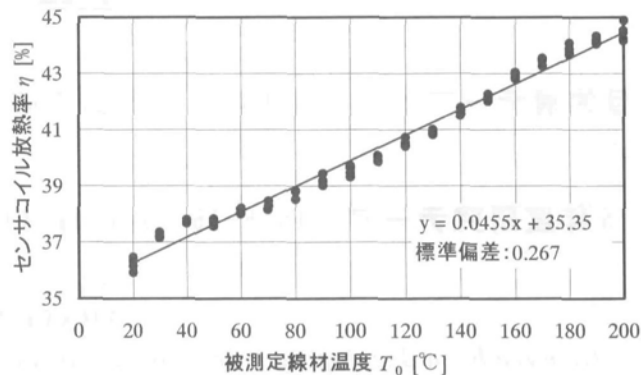


Fig.3 Dependence of the coefficient of heat loss η on the temperature of the center wire T_0 .