

簡易多点計測用熱電対の製作

| | |
|-----|---|
| 著者 | 平田 寿 |
| 雑誌名 | 技術報告 |
| 巻 | 20 |
| ページ | 17-20 |
| 発行年 | 2015-03-10 |
| 出版者 | 静岡大学技術部 |
| URL | http://doi.org/10.14945/00009238 |

簡易多点計測用熱電対の製作

平田寿

技術部 共同研究支援部門

1. はじめに

従来温度計測において温度測定をする素子としてサーミスタ、白金測温抵抗体、熱電対などが使用されています。各素子の概要は以下の通りです。

(1) サーミスタ

サーミスタには、NTC(negative temperature coefficient)、RTC(positive temperature coefficient)、CTR(critical temperature resistor)があり、それぞれ温度上昇に対して抵抗が減少、増加、特定温度を超えると急減少の3種類があります。形状は大きく変化率が非直線的で

(2) 白金測温抵抗体

精度は良いですが形状が大きく、振動、衝撃に弱く高温域まで測定できません。

(3) 熱電対

形状が小さく熱応答が早く、振動、衝撃に強く高温域まで測定が可能ですが、冷接点補償が必要になります。

物体や液体の深さ方向を多点で計測しようとした場合、物体においてサーミスタや白金測温抵抗体では、形状が大きく小型化または極細化できません。一方熱電対は、形状が細かく小さいのでそれが可能です。そこで多点計測を行う場合には、熱電対が利用されます。

しかし多点計測用の熱電対はあまりなく、あったとしても特注で高価です。

そこで、簡単な多点計測用熱電対の製作を行うことにしました。

2. 熱電対とは

2-1. 熱電対の構造

熱電対とは、異なる材料の2本の金属線を接続して1つの回路を作り、二つの接点に温度差を与えると回路に電圧(電流が流れる)が発生する現象を利用した素子です。これをゼーベック効果と言います。(図1)

片方を開放すると、電圧(熱起電力)として温度を電圧として検出することが可能になります。(図2)

熱起電力は、組み合わせる金属の種類と両接点の温度差には依存しますが、構成する二つの金属の形状と大きさには関係しません。

2-2. 熱電対の特徴と種類

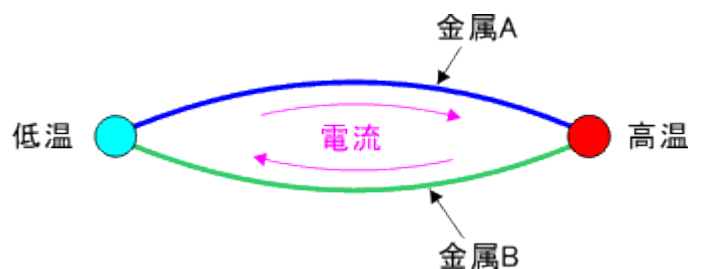


図1. ゼーベック効果

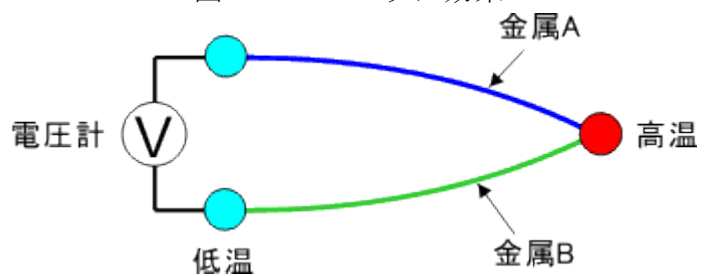


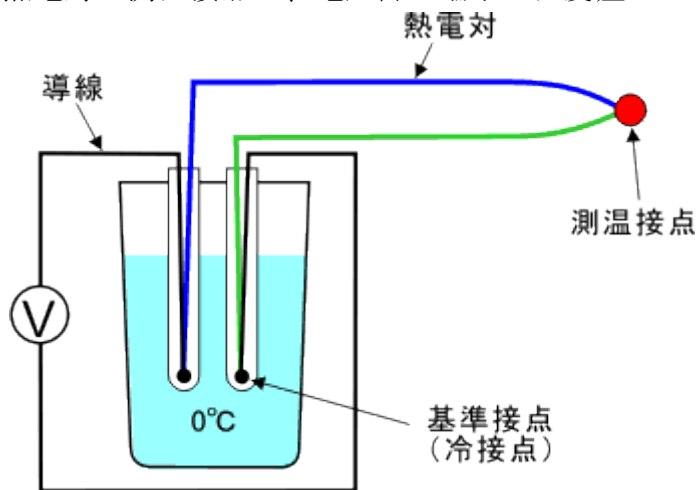
図2. 熱電対

熱電対の特徴としては、熱起電力が大きく特性のバラツキが小さく互換性があること、高温または低温で使用しても熱起電力が安定で寿命も長いこと、耐熱性が高く、高温においても機械的強度が保たれることです。種類には、K、T、E、J、N、R、S、B等があり工業用として多く使用されているのはK型です。K型は、(+)極をニッケルおよびクロムを主とした合金(クロメル)で、(-)極をニッケルを主とした合金(アルメル)とした熱電対で、使用温度範囲は、-200℃～1000℃です。今回はこのK型熱電対を使用することにしました。

2-3. 熱電対による温度計測および温度補償等

熱電対に電圧計を接続して測定すると、熱電対の測温接点と、電圧計の端子の温度差による熱起電力が測定できますが、測温接点の温度自体は分かりません。

そこで、電圧計に接続する側の接点(基準接点)を一定温度(0℃)に保持し続ければ、測定した熱起電力から測温設定の温度を計測できます。(図3)



工業用の温度計測では、冷接点を使用する方法は実用的でなく、一般的には図4のように接続し使用します。

計測器は、温度により電気抵抗が変化する素子などで測定し、その値と入力された熱起電力により、測温接点の温度を求めています。

熱電対は高価で計測装置への接続が難しい場合があるので、熱電対と殆ど同じ熱起電力特性を有する導線(補償導線)を使用して接続します。

また、熱電対と補償導線を接続するコネクタも、コネクタ

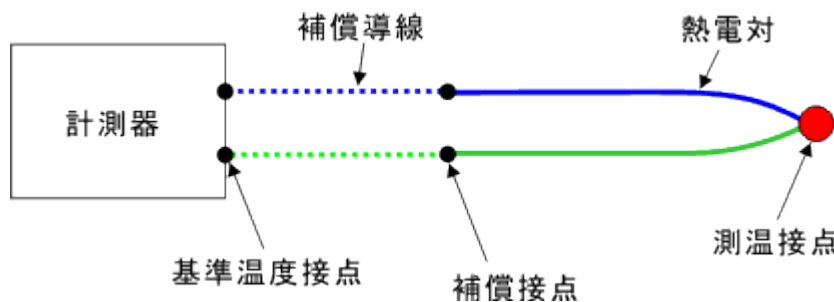


図4. 温度補償

全体の温度が不均一にならないように補償導線同様専用のコネクタを使用する必要があります。

3. 製作方法および使用熱電対等

物体の深さ方向への測定には、出来るだけ物体の形状を壊さずに行うように熱電対の形状を極細にする必要がある。熱電対をいくつか重ねると、直径が大きくなるので素線径ができるだけ細いものを使用することにした。

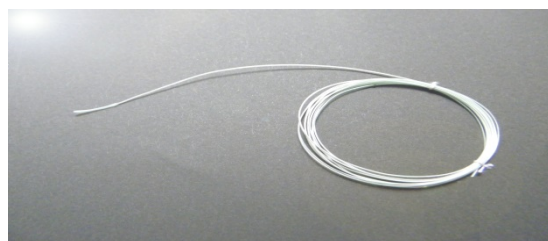


写真1. Fineflex

使用した熱電対は、東京ワイヤー製作所のテフロン被覆極細熱電対 Firnflex(写真1)で、素線径が 0.05 mm の熱電対を 10 本使用した。

まず、Fineflex に断線・腐食防止用に熱収縮チューブ(φ1mm)を通す。(写真2)

次に、端側に専用コネクターを接続する。(写真3)これを 10 本作製する。

先に写真3を作製することで、後で先端の加工を行う際に楽に製作できる。

写真4は、作製した熱電対全体写真です。

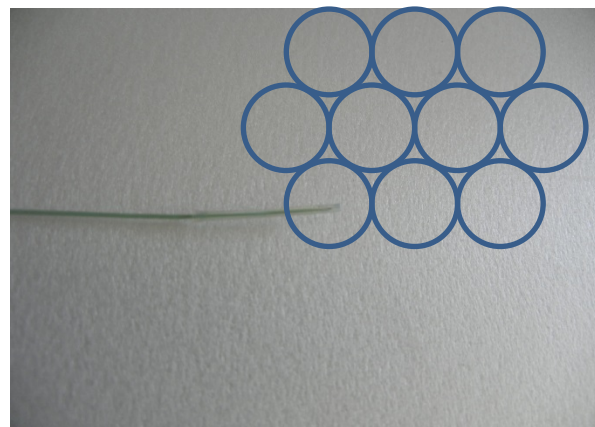


写真2. 熱収縮チューブに通した後

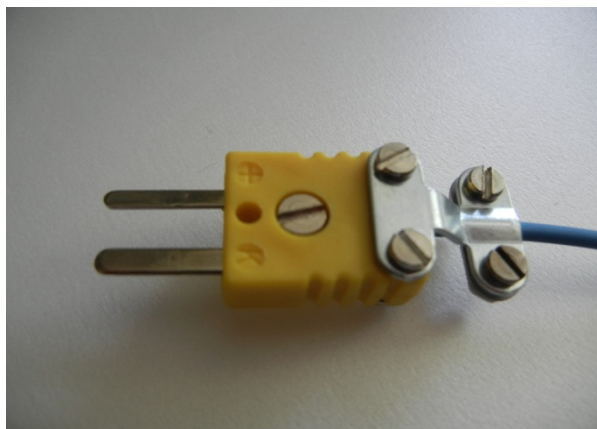


写真3. 端側にコネクター接続

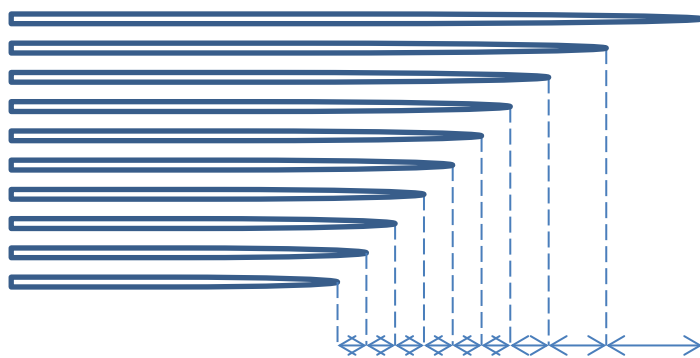


写真4. 全体写真

熱電対の配置は、深い方から 15mm、10mm、5mm、以下 2.5mm で計測対象点は、深さ 50mm から、35mm、25mm、20mm、17.5mm、15mm、12.5mm、10mm、7.5mm、5mm を計測する。(図5)

まず 50mm と 35mm を計測する熱電対二本を瞬間接着剤で接着する。

その次に、25mm 計測用熱電対を二本の間に接着する。(図6)



*右から 15mm、10mm、5mm、以下 2.5mm

図5. 熱電対の配置

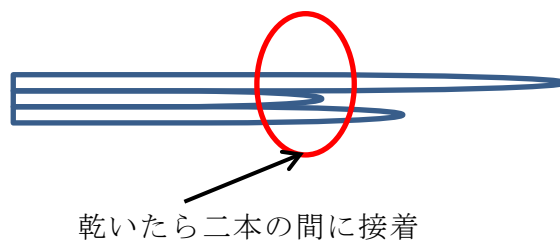
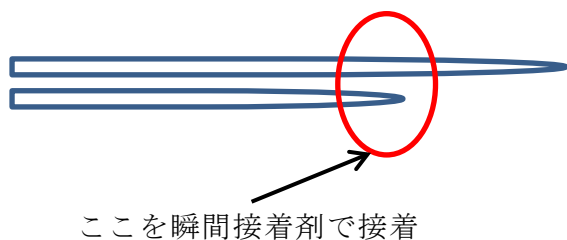


図6. 熱電対接着 1

その後、円を描くように間、間に熱電対を接着

する。(図7)(注)乾くまでに時間が掛かるので、乾くまでの間は、動かないように熱電対を固定しておく。

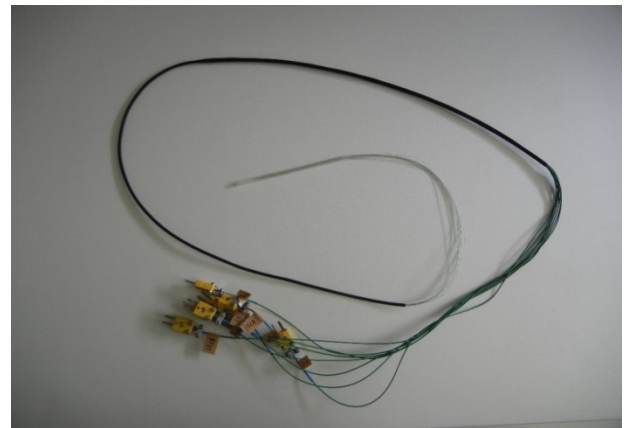
10本接着した熱電対を、ストロー(φ5mm 透明)に入れストローが外れないように接着し、たるみが無いように全体を熱収縮チューブで収縮する。(写真5)、(写真6)

図7. 熱電対接着2

写真5. 先端部分



写真6. 完成した多点計測用熱電対



熱電対の冷接点補償については、アナログデバイス社製のAD595を用いることで対応した。

4. 較正と結果

較正は、PCのA/Dボード(サンプリング周波数100Hz)で読み込み各熱電対の電圧を測定しそれを温度へ変換した。また、佐藤計量器製作所製SK-250WPの値を基準値とし、0°C、19.6°C、24.8°Cの三点で計測し較正を行った。その後、水温(24.95°C)を測定した時の基準値(Ref)と各熱電対Ch(1~10)の結果を図8に示す。誤差は、基準値±0.015°C以内だった。これを使用し、図9の状態における深さ方向の温度を測定した結果を図10に示す。各熱電対の温度は、先のSK-250WPで測定した値とほぼ同様な値となった。

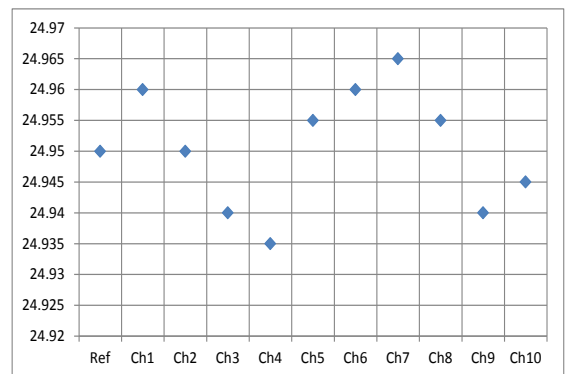


図8. 較正結果

ヒーター&攪拌器 導波管アンテナ 多点熱電対

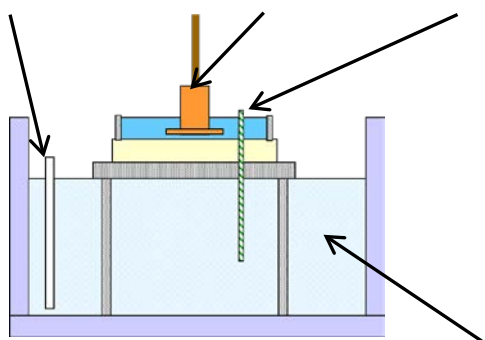


図9. 深さ方向実測

水温(37°C)

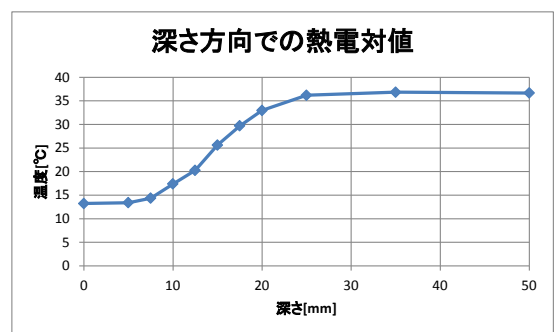


図10. 実測結果