

最大7点の測定が可能な外径1mmのMPセンサーの開発

実証試験セクター／株式会社日本熱電機製作所

-200℃から2000℃を超える広範囲の温度測定が可能な熱電対は、研究開発や製造現場で欠くことのできない計測器です。都産技研と株式会社日本熱電機製作所は、平成28年に外径0.1mmの極細のシース熱電対を共同研究により開発しました。この共同研究を発展させ、外径0.1mmのシース熱電対を外径1mmの保護管の内部に複数設置することで、複数点を同時に測定できるMPセンサー（多点式センサー）を新たに開発しました。

外径0.1mmのシース熱電対をMPセンサーに展開

種類の異なる2つの金属線を接続してループ構造をつくったとき、2つの接合点に温度差があると、電圧が生じます。熱電対はこの電圧から温度を測定します。この熱電対の金属線の周囲を絶縁物で取り囲み、さらにシースと呼ばれる金属パイプで覆ったものを「シース熱電対」といいます。

シース熱電対の製造・販売を行う(株)日本熱電機製作所(NND)は、他社との差別化を図るために、極細のシース熱電対に特化して研究開発を進めています。これまで、同社で最細だったシース熱電対は、外径0.15mmでしたが、実証試験セクターとの共同研究により、平成28年6月に外径0.1mmのシース熱電対(図1)の製品化に成功しました*。

極細の熱電対は、これまで測定が難しかった狭い場所や、小さな空間の温度測定を可能にします。また、

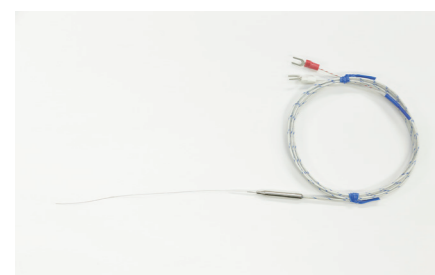


図1 外径0.1mmのシース熱電対
自重で曲がってしまうほどの細さ。MPセンサーではこれが7本まで1mmの保護管の中に収めることが可能

シースが薄く、内部の熱電対に素早く熱を伝えることができるため、応答特性にも優れるといった特長があります。

「極細のシース熱電対の先端に指を触れると、すぐに反応して、モニターに温度変化のグラフが表示されます。いくつかの熱電対を同時に使用すれば、複数点の温度変化を同時にモニターすることができます。従来よりも断面積が半分以下になった外径0.1mmの熱電対であれば、今までにない極細のMPセンサーをつくることのできる。そして、その測定結果は、いくつもの温度変化のカーブが美しく並んだグラフになるに違いないと考えました(図2)。それがMPセンサーの開発のきっかけでした」(NND 童子氏)

熟練技術によるMPセンサーの製造

外径0.1mmのシース熱電対は、従来製品に比べて極端に細いため、

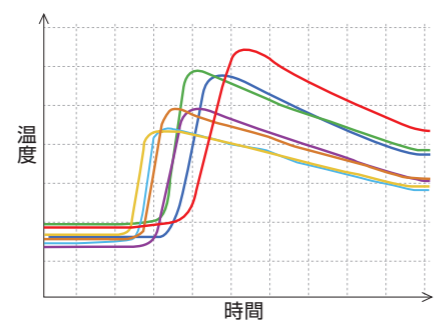


図2 MPセンサー熱電対による測定例
MPセンサーの保護管に沿って熱源を移動させたときの測定例。熱源が各測定点を通じた順に温度変化のカーブが並んでいる

従来の治具や装置を使用して製造することができません。

「例えば、外径0.1mmのシースの中から絶縁体として充填された酸化マグネシウムの粉末を掻き出すためには、専用の治具が必要になります。どこにもない道具なので、自作するしかありません。素材を切断する際にも、従来の装置は使えないので、独自の切断装置が必要になります」(童子氏)

MPセンサーでは、このようにして製造された外径0.1mmのシース熱電対を、外径1mmの保護管に手作業で設置します。ユーザーが指定した測定点に合わせて、極細の熱電対を保護管に差し込んでいくには、熟練した技術が必要です。

「内部の熱電対の位置は、X線透過画像(図3)で確認しながら作業を進めます。断線などの確認もその都度必要になり、ほかの製品よりも手間と時間のかかる製品です」(童子氏)

外径1mmのMPセンサーに対して、外径0.15mmの熱電対では、測定点は5点が限界でしたが、外径0.1mmのシース熱電対の製品化により、7点まで設置が可能になりました。

JIS規格にないMPセンサーの評価方法を確立

今回の共同研究は、NNDがMPセンサーの試作を、実証試験セクターがその評価を担当して進められました。

現在、シース熱電対のJIS規格は外径0.5mmまでしかなく、それより細いシース熱電対を使ったMPセンサーの評価方法もJISでは定められていません。そのため、従来の評価方法では、正確にMPセンサーを評価することができません。

「MPセンサーは、1本の保護管の中に複数の熱電対が入っているため、保護管を伝わった熱が、測定に影響を及ぼす可能性があります。外径0.1mmのシース熱電対の開発において

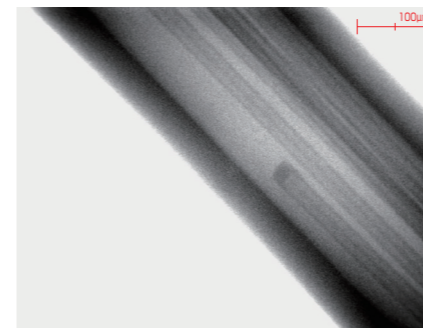


図3 MPセンサーのX線透過画像
異なる位置に熱電対の先端が設置されていることがわかる

得られたノウハウなどを活かして、こうしたMPセンサーの特性を考慮した独自の評価方法を確立しました(Key Point参照)」(実証試験セクター 沼尻)

さらに、MPセンサーは数百℃といった高温環境下での測定も想定されるため、耐久性は重要な性能のひとつです。

「JIS規格にないMPセンサーであっても、都産技研による耐久性の評価結果を示すことで、ユーザーの

安心感につながっていると実感しています」(童子氏)

MPセンサーのようにこれまでにない製品が正確にその価値を認められるためには、性能評価が必要不可欠です。引き続き実証試験セクターでは、製品の性能を正確に評価するノウハウを提供していきます。

※詳細はTIRI NEWS 2017年2月号をご覧ください。右のQRコードよりご覧いただけます。



共同研究に取り組んだメンバー
前列左からNND 桐田氏、西山氏、青島氏、高橋氏、童子氏*
後列左から都産技研 沼尻、佐々木、倉持、河原、NND 山口氏
※代表取締役

Key Point

特殊温度計ならではの特性を評価

1本の保護管の中に複数の測定点が存在するMPセンサーは、普通の温度計とは異なる特性を持つため、評価項目および評価方法の確立は、手探りで行いました。実証試験セクターでは、MPセンサーならではの評価として、「熱伝導」と「設置角度」の影響の2点が特性を表す指標として重要と判断しました。

先端だけを高温にさらしても保護管に沿って熱が伝わってしまい、根元に近い部分でも高い温度を示してしまう可能性があります。これを熱伝導の影響としました(図4)。ホットプレートの設定温度100℃(室温+75℃)では先端から35mm、0℃(室温-25℃)

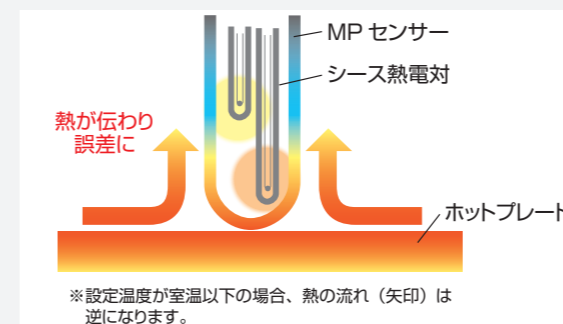


図4 熱伝導の影響

では25mm以上で先端からの影響が3℃以内となることわかりました。

一方、保護管の断面をみたととき、熱源側にある測定点とそうではない測定点とは応答性に差が出てしまう可能性があり、これを設置角度の影響としました(図5)。100℃設定(室温+75℃)のホットプレートに熱電対を素早く設置したときの応答性を90°毎に調べると応答性の差は最大で2.5秒あることわかりました。

このような特徴を明らかにすることで、ユーザーは誤作動などと勘違いすることなく、安心してMPセンサーを使うことができるようになります。

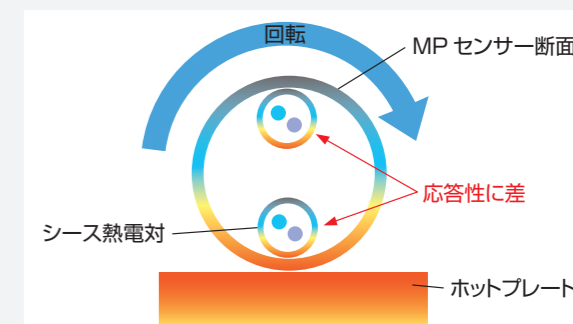


図5 設置角度の影響