

TP02 は試料の熱伝導率(または熱抵抗)を高精度レベルで実用的にかつ迅速に測定することができるプローブです。このプローブは ASTM 規格 - D 5334-00 / D 5930-97、IEEE 規格 - 442-1981 に準じています。TP02 は TP02 の小型バージョンです。TP08 は TP02 よりもニードルの長さが短いため、少量の試料を測定することができます。標準タイプの TP08 は 土壌、沈殿物、食品、粉末物、塗料、接着料、など様々な物質の測定に適していることが証明されています。非定常プローブ測定法 / Non-Steady-State Probe (NSSP = またはトランシエントラインソース、サーモニードル、熱ニードル、ヒートパルス、ホットワイヤーテクニックとしても知られています) の基本的な利点は、試料のサイズを問わず、迅速にかつ的確に計測できることです。Hukseflux 社は NSSP 規格の設計を専門としており、屋外における現場測定用の特殊モデルも開発されています。土壌に半永久的に設置できる専用モデルとしては、TP01 があります。TP08 は Wageningen 大学の応用物理学グループとの共同開発によって設計された測定器です。

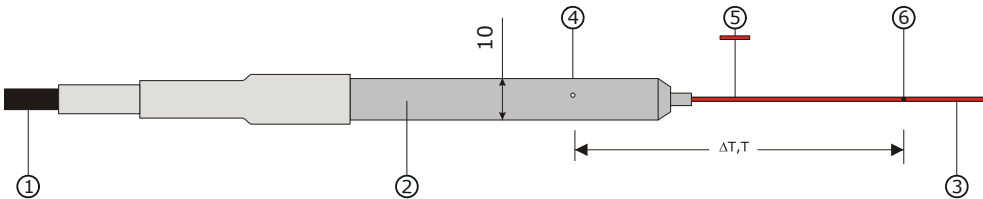


図 1: TP08 小型非定常プローブ: このプローブ(3)は単一のサーモカップルジャンクション(6)とヒーティングワイヤー(5)から成ります。このプローブを試料に差し込みます。本体部分(2)には、温度センサー(4)が内蔵されています。

*ニードルの長さは 70mm 直径は 1.2mm
*ケーブル(1)の標準長さは 2.5m

概要

ここでは the American Society for Testing and Materials (ASTM) と Institute of Electrical and Electronics Engineers (IEEE) に基づいた熱伝導率測定法を記述します。

ASTM D 5334-00、D 5930-97 及び IEEE Std 442-1981 の "標準テスト法" によって非定常プローブ / Non-Steady-State Probes (NSSP) の様々なアプリケーションが特定されています。一般的に NSSP はワイヤー状のヒーターとその温度を測定することのできる温度センサーによって構成されています。そしてこのプローブを試料に差し込みます。NSSP の原理はこのヒーターのユニークな特長によるものです。一時的な準備段階後の温度上昇: ΔT 、ヒーターの出力: Q 、試料の熱伝導率: λ 、で表記されています。

$$\Delta T = (Q / 4 \pi \lambda) (\ln t + B)$$

ΔT は K、 Q は W/m、 λ は W/mK、 t は時間 s、and B は常数です。ヒーターの出力の測定と毎時間の温度をトレースすることによって (TP08 では通常 2 分)、 λ の値が算出されます。針の周囲半径 20mm までが試料でカバーされていれば、試料の大きさ自体は問題ではありません。

Q 、 t 及び ΔT の測定は全て出力、時間、温度の直接的な測定です。これらの測定にはリファレンス用の試料は必要ありません。TP08 における測定は絶対測定です。

TP08 はユーザーの持っている測定器やコントロールシステムを補足するものとして使用することができます。TP02 の使用に際しては Campbell Scientific 社の CR10X が最適です。

TP08 の設計

Hukseflux 社は非定常プローブの設計を専門に行っており、TP02 を主要製品としています。この TP02 はその特性によって最高の測定精度を提供していますが、試料の大きさによっては TP02 のニードルの長さや直径が大きすぎることがあります。このような状況に対応するために TP08 が設計されました。

ニードルの長さは 70mm、直径は 1.2mm、ジャンクションの位置はニードル先端から 17mm、という設計によって約 80ml、35mm の深さまでの試料を測定することが可能になりました。場合によってはもう少し少量の試料の測定も可能です。(Hukseflux 社にご相談下さい。)

TP08 ではサーモカップルのリファレンスジャンクションが本体に内蔵されています。TP08 において高精度な測定に欠かさないのは試料だけでなく、本体自体の温度が(出来れば同じ温度で)安定しているという条件です。この条件を満たすには試料が入っている容器と同じ金属物で本体部分がしっかりと密着されている必要があります。この本体と試料の温度均衡が TP08 を使った測定では重要な要素であるため、ステンレス製の専用容器をオプションで注文することができます。(マニュアルの P. 13 をご覧下さい)

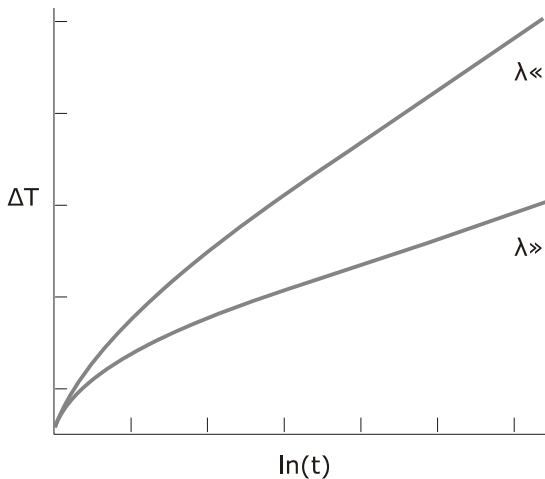


図2: TP08 のシグナルはログ計算で補正された時間のグラフになっています。このグラフはあるポイントから直線に変わります。このグラフの直線勾配は熱伝導率:λ に反比例します。

キャリブレーション / ISO 9000

プローブの安定性の立証は国立物理研究所(NPL)に認定されているキャリブレーションリファレンスシリンダー(GRC)を使って毎年テストすることが出来ます。GRCはHuksefluxが所有しています。TP08はグリセリン(出来ればいくつかの異なる温度で)テストされることが望ましいです。TP08はISO公認のラボでの使用に適しています。

適応例

- 海洋における沈殿物の研究
- 少量の試料
- 高額な試料

追加資料/ オプション

スタンダード: ASTMのスタンダード(資料)は

<http://www.astm.org> で入手できます。

別途設計: NSSP(非定常プローブ)の設計はHuksefluxの専門の専門分野です。また、小型化、耐久性・耐熱性の強化など異なる要望に沿ったプローブの製作も可能です。

半永久設置型: TP01は長期測定用に設計されています。別途にカタログがありますのでそちらをご覧ください。

測定とコントロールの問題解決法: TP08のマニュアルを参照していただくかまたはHuksefluxにお尋ね下さい。

Campbell Scientific社のCR10Xに対応するプログラムも入手可能です。ターンキーシステムの要請も承ります: TPSYSのカタログをご覧ください。

マニュアル: TP08のマニュアルはe-mailに添付するPDFファイルの形で無料配布しています。

高精度のキャリブレーションにはCRC(キャリブレーションリファレンスシリンダー)が入手可能です。

硬質土壌への挿入のためのGTシリーズ導入チューブの要請も承ります。

TP08仕様

Tテスト法:	ASTM D 5334-00と D 5930-97, IEEE Std 442-1981
ニードルの長さ:	70 mm
トレーサビリティ:	NPL
測定範囲(λ):	0.1 to 6 W/m.K
感度(ΔT):	サーモカップル K, ANSI MC96.1-1982
温度幅(ケーブルを含むセンサー全体):	-55 to +180 °C
精度(20°Cでの):	+/- (3% + 0.02)W/ mK
温度依存の精度:	+/- 0.02 %/K (追加として)
測定サイクル持続時間	100 秒 (通常)
所要電源:	3 V, 1 Watt (max)
測定対象物/試料の条件:	半径 20mm 以上、80ml 以下。 顆粒状の物質、粉末、粘 土状・ゲル状・ペースト状 の物質、試験前にドリル で穴を開ける必要がある 場合もあります。 *さらに少量の試料につい てはご相談下さい。 注意: 詳細についてはマ ニュアルをご覧ください。
ニードルと本体の保護規格	IP 68
センサー全体の保護規格	IP 67

[英語原文 V 0616]