

アプリケーションノート

ホットディスク法熱物性測定装置(1mm/2mm センサ使用) における熱伝導率 1.3~14W/(m K)範囲内の性能評価

関連業種	: プラスチック・ゴム・金属
使用装置	: ホットディスク法熱物性測定装置 Hot Disk Thermal Constants Analyser
測定手法	: ホットディスク法(非定常面熱源法)
関連規格	:

1. 概要

ホットディスク法熱物性測定装置を用いて RTK50-φ2(センサ直径約 2mm)と RTK50-φ1(センサ直径約 1mm)で、熱伝導率 1.3~14 W/(m K)の物質の測定を行い、基準値に対する誤差の確認と使用できる測定範囲について紹介します。

基準値は RTK50-φ13(センサ直径約 13mm)による測定値としました。

試料は、石英ガラス(熱伝導率 $\lambda = 1.3$ [W/(m K)]相当)、ジルコニア($\lambda = 3.0$ [W/(m K)]相当)、ムライト($\lambda = 5.0$ [W/(m K)]相当)、SUS(ホットディスク法熱物性測定装置 付属品 $\lambda = 14$ [W/(m K)]相当)を使用しました。

ホットディスク法熱物性測定装置は、固体、液体、練り物、高熱伝導率の薄板材料の熱伝導率および熱拡散率が測定できます。

2. 測定上の注意点

- ・本測定法の原理は、均質な物質の熱伝導率測定に適用されます。
- ・試料表面が粗い場合、表面は平滑にするようにして下さい。
空気層(気泡)は、熱伝導率の測定結果に影響します。
- ・試料を測定環境温度に十分馴染ませて測定します。

3. 装置構成

本体	: ホットディスク法熱物性測定装置
センサ	: RTK50-φ1(センサ直径約1mm)、RTK50-φ2(センサ直径約2mm)、 RTK50-φ13(センサ直径約13mm)
使用ソフト	: 等方性測定ソフト

4. 測定手順

ホットディスク法熱物性測定装置を用い、RTK50-φ2(センサ直径約2mm)とRTK50-φ1(センサ直径約1mm)による測定結果を下記の内容で評価しました。

原則:RTK50-φ2、RTK50-φ1を使用して測定したデータの解析を行う際は、単位体積当たりの比熱容量の値を代入する必要があります。

- ① RTK50-φ13で石英ガラス、ジルコニア、ムライト、SUSの測定を行い、「熱伝導率」「熱拡散率」及び「単位体積当たりの比熱容量(以下、比熱容量)」を求めます。
 - ・熱伝導率は、RTK50-φ2とRTK50-φ1で測定した値に対する基準にします。
 - ・比熱容量は、RTK50-φ2とRTK50-φ1による測定データの解析時に使用します。
- ② RTK50-φ2で石英ガラス、ジルコニア、ムライト、SUSの測定を行い、解析します。
(①で得られた比熱容量を代入。SUSは供給元であるHot Disk社のTest Protocol記載値を代入)
- ③ RTK50-φ1で石英ガラス、ジルコニア、ムライト、SUSの測定を行い、解析します。
(①で得られた比熱容量を代入。SUSは供給元であるHot Disk社のTest Protocol記載値を代入)
- ④ RTK50-φ13の測定値を基準とし、②と③で算出した熱伝導率との偏差を求めます。

表 1. 試料形状

1) 試料	石英ガラス 1.3 [W/(m K)]相当	ジルコニア 3.0 [W/(m K)] 相当	ムライト 5.0 [W/(m K)] 相当	SUS 14 [W/(m K)] 相当
2)寸法[mm]	60×150	60×150	60×150	φ 60
3)厚さ[mm]	20	20	20	20

【注釈】

比熱容量を求めるために”表1”の試料をRTK50-φ13を使用し測定しました。

RTK50-φ2、RTK50-φ1 センサでの測定は、”表1”の寸法”の試料を用いましたが、使用センサに対応した試料サイズの範囲内に熱が収まる時間区間で解析を行い、確認を行いました。

【Hot Disk 社推奨使用センサに対応する試料サイズの要件】

試料の面方向は、使用するセンサの直径の 3 倍以上、厚さ方向は、使用するセンサの直径以上を推奨

表2. 測定条件

試料	使用センサ	測定環境温度 [°C]	加重 [cNm]	印加電力 [mW]	測定時間 [s]
石英ガラス	RTK50-φ13	24	50 (トルクレンチ)	300	40
	RTK50-φ2			40	1
	RTK50-φ1			30	1
ジルコニア	RTK50-φ13			400	40
	RTK50-φ2			130	1
	RTK50-φ1			90	1
ムライト	RTK50-φ13			500	20
	RTK50-φ2			180	1
	RTK50-φ1			100	1
SUS	RTK50-φ13			800	10
	RTK50-φ2			350	1
	RTK50-φ1			150	1

測定試料により、最適な条件を設定してください。

5. 測定結果

RTK50-φ13の測定値を基準とし、RTK50-φ2およびRTK50-φ1による熱伝導率の測定結果と基準値との偏差を求め、“図1”、“表3”、“表4”に示します。

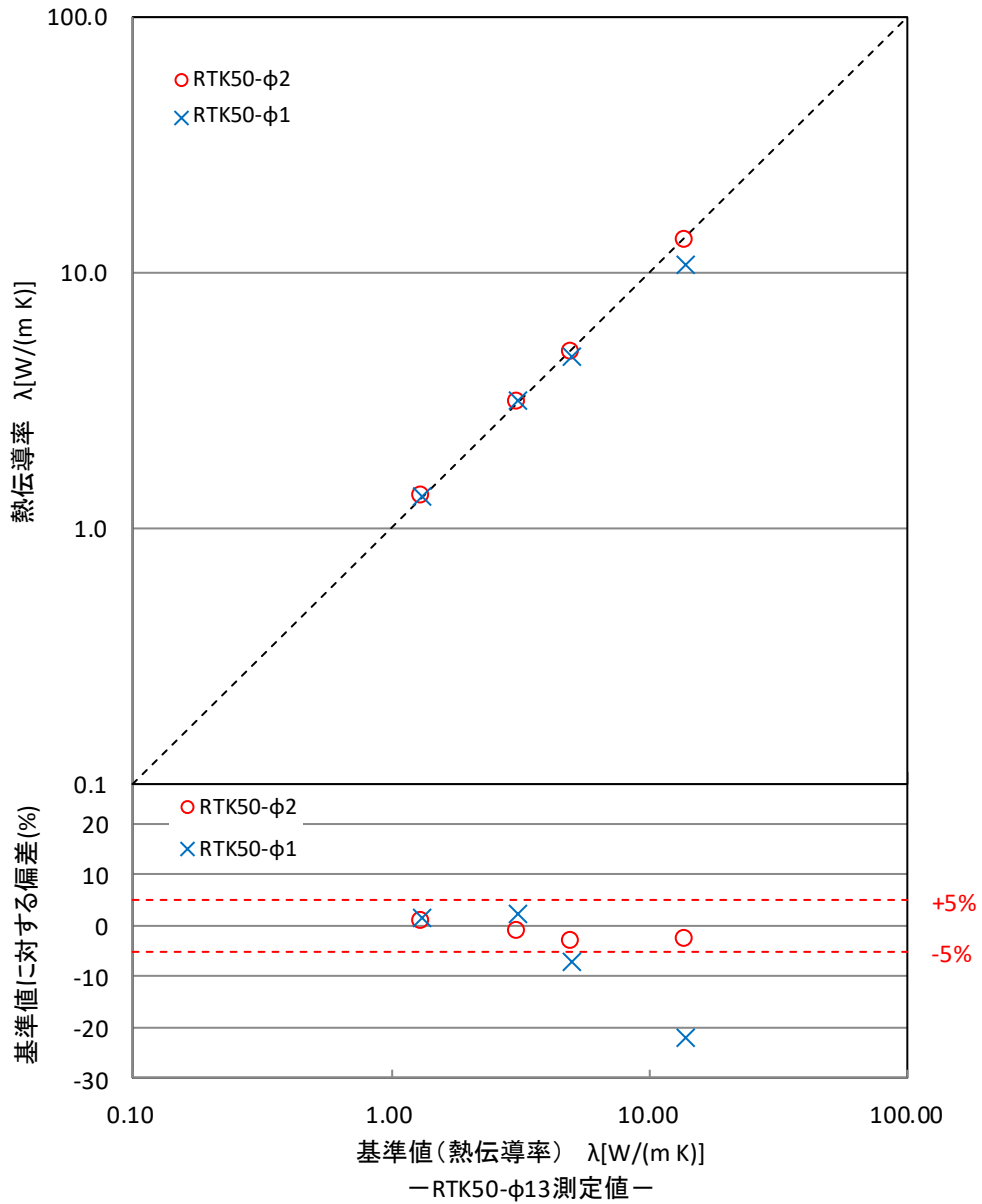


図1. 基準値に対する偏差と直線性

表 3. RTK50-φ13 測定結果(基準値)

	熱伝導率 λ [W/(m K)]	熱拡散率 α [mm ² /s]	比熱容量 ρ cp [MJ/(m ³ K)]
石英ガラス	1.312	0.8161	1.608
ジルコニア	3.105	1.096	2.833
ムライト	5.018	2.164	2.319
SUS	13.77	3.589	3.837

表 4. RTK50-φ2、RTK50-φ1 基準値に対する偏差一覧

	使用 センサ	熱伝導率 ^{※1} λ [W/(m K)]	偏差 [%]	熱拡散率 ^{※1} α [mm ² /s]	偏差 [%]
石英ガラス	RTK50-φ2	1.320	0.61	0.8211	0.61
	RTK50-φ1	1.332	1.5	0.8284	1.5
ジルコニア	RTK50-φ2	3.071	-1.1	1.084	-1.1
	RTK50-φ1	3.175	2.3	1.121	2.3
ムライト	RTK50-φ2	4.845	-3.4	2.088	-3.5
	RTK50-φ1	4.652	-7.3	2.005	-7.3
SUS	RTK50-φ2	13.39	-2.8	3.489	-2.8
	RTK50-φ1	10.77	-22	2.808	-22

※1 "表3" で得られた比熱容量を代入して算出

6. まとめ

[RTK50-φ2を使用した場合]

熱伝導率1.3~14 [W/(m K)]の範囲では基準値 (RTK50-φ13測定値) に対して±5%以内で一致しました。

RTK50-φ2を使用する場合は比熱容量を入力することで、当センサに適したHot Disk社推奨試料サイズに対応した熱伝導率1.3~14 [W/(m K)]の均一な物質の熱伝導率測定が可能と推測できます。

[RTK50-φ1を使用した場合]

熱伝導率1.3~3.0 [W/(m K)]の範囲では、基準値 (RTK50-φ13測定値) に対して±5%以内で一致しました。

RTK50-φ1を使用する場合は比熱容量を入力することで、当センサに適したHot Disk社推奨試料サイズの極小試料に対しても熱伝導率1.3~3.0 [W/(m K)]の範囲で均一な物質の熱伝導率測定が可能と推測できます。