

アプリケーションノート

## ホットディスク法の等方性および SLAB 法での 厚さ 2mm のジルコニア板の熱物性測定

関連業種	: 窯業
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	: ISO 22007-2:2008

### 1. 概要

ホットディスク法(非定常面熱源法)は試料の熱伝導率 $\lambda$ 、熱拡散率 $\alpha$ を測定します。  
センサ(ヒータと温度センサ兼用)を試料の間にセンサを挟み込み、センサに一定時間電流を流すとジュール熱が発生し、センサに接した試料の温度が上昇します。その温度上昇をセンサの抵抗変化で検知して熱伝導率、熱拡散率を測定し、単位体積当りの熱容量を算出します。

ホットディスク法熱物性測定装置を用いて、熱伝導率 3[W/(m K)]付近の厚さ 2mm のジルコニア板の等方性測定および SLAB 測定を紹介します。

### 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、空気層(気泡)の状態により測定結果に影響を与えますので、表面は平滑にするようにして下さい。空気が入ると、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 TPS 500 S  
※TPS 2500 Sでも同等の結果が得られます。
- センサ : RTK50-φ4センサ、RTK50-φ7センサ、RTK50-φ13センサ
- 使用ソフト : 等方性測定ソフト、SLAB 測定ソフト

## 4. 測定手順

TPS 500 S を用いて、ジルコニア板の等方性測定とSLAB測定について下記の内容で評価を行いました。

測定の詳しい操作方法は“TPSシリーズ 取扱説明書(補追)”を参照してください。

### 4-1. 評価方法

1) 試料	ジルコニア板 60mm×150mm×2.058mm	
2) 測定	①等方性測定	RTK50-φ4センサ
	②SLAB測定	RTK50-φ7センサ, RTK50-φ13センサ

※使用センサの選定の基準は下記に示します。

#### ①等方性測定:

試料寸法は使用するセンサ直径の3倍以上、厚さはセンサ直径以上を推奨していますので、条件に一番近いRTK50-φ4センサを使用しました。

しかし試料寸法に対する条件を十分に満たしていないため、装置の測定範囲の適応性についての確認として測定を行いました。

#### ②SLAB測定

SLAB測定では、使用センサと試料厚さの関係を満たす必要があります。

$$0.03125 < t/r < 0.79836$$

$t$ : 試料厚さ(mm)

$r$ : 使用するセンサの半径

試料厚さが 2.058mm なので条件を満たす RTK50-φ7 と RTK50-φ13 を使用しました。

### 4-2. 測定条件

1) 測定方法	等方性測定	SLAB測定	
2) 使用センサ	RTK50-φ4	RTK50-φ7	RTK50-φ13
3) 環境温度(°C)	24		
4) 加重 (cNm)	50(トルクレンチ使用)		
5) 印加電力 (mW)	400	350	500
6) 測定時間 (s)	2.5	10	40

### 4-3. TPS 測定後の解析指針

解析時の指針は下記となります。

- (1) 全特性時間が0.33~1.0の間。
- (2) 熱伝達距離が試料内であること。

等方性測定: センサ外周から試料端(面方向)、または試料厚さを比較し最短距離以内

SLAB測定: センサ外周から試料端(面方向)までの最短距離

- (3) 解析後グラフが直線であることが必要。
- (4) データ数は100個以上を推奨(Hot Disk社)。

## 5. 測定例

表 1. 使用ソフトの違いによる測定結果

試料	使用ソフト	使用センサ	熱伝導率		熱拡散率	
			[W/(m K)]	等方性との偏差[%]	[mm <sup>2</sup> /s]	等方性との偏差[%]
ジルコニア板 t=2mm	等方性	RTK50-φ4	3.06	-	1.08	-
	SLAB	RTK50-φ7	3.19	4.2	1.17	8.3
		RTK50-φ13	3.12	2.0	1.15	6.5

表 2. 測定結果詳細

試料	使用ソフト	使用センサ	解析区間	熱伝導率 [W/(m K)]	熱拡散率 (mm <sup>2</sup> /s)	比熱容量 [MJ/(m <sup>3</sup> K)]	熱伝達距離 [mm]	全特性時間
ジルコニア	等方性	RTK50-φ4	10-68	3.045	1.100	2.769	1.95	0.177
			10-75	3.046	1.036	2.940	1.99	0.184
			10-68	3.079	1.109	2.777	1.96	0.179
			<b>AVG.</b>	<b>3.06</b>	<b>1.08</b>	<b>2.83</b>		
			SD	0.0193	0.0398			
			RSD	0.63	3.69			
	SLAB	RTK50-φ7	12-198	3.194	1.172	2.726	6.80	0.995
			12-199	3.188	1.165	2.737	6.80	0.994
			12-198	3.193	1.173	2.721	6.80	0.996
			<b>AVG.</b>	<b>3.19</b>	<b>1.17</b>	<b>2.73</b>		
			SD	0.0032	0.0044			
			RSD	0.10	0.4			
		RTK50-φ13	10-178	3.135	1.149	2.728	12.8	0.998
			12-178	3.116	1.149	2.712	12.8	0.997
			13-178	3.110	1.146	2.714	12.8	0.995
			<b>AVG.</b>	<b>3.12</b>	<b>1.15</b>	<b>2.72</b>		
			SD	0.0131	0.0017			
			RSD	0.42	0.15			

## 6. まとめ

SLAB測定は、熱伝導率・熱拡散率とも再現性は1%以下と良好な結果を得ることができました。また、センサを変えてRTK50-φ7とRTK50-φ13で測定を行った結果、熱伝導率・熱拡散率ともよく一致することが確認できました。

等方性測定は、試料厚さが薄く解析指針（データ100個以下、全特性時間が0.33より小さい）を満たしてはいませんでしたので、参考データとなります。

しかし熱伝導率の再現性は1%以下、熱拡散率は4%以下と基本仕様で規定している精度範囲を満たしていることが確認できました。また、SLAB測定との偏差は熱伝導率5%以内、熱拡散率10%以内で一致しました。

※基本仕様（センサRTK50-φ13使用時）

再現性	TPS 2500 S	熱伝導率 2%以内、熱拡散率 5%以内
	TPS 500 S	熱伝導率 2%以内、熱拡散率 10%以内

小さいセンサを使用する・試料寸法が不足している場合などは、最適な条件で確認する必要があります。

## 7. 参考文献

なし