

技術レポート「岡山セラムックスセンターにおける各種分析手法」

熱伝導率測定（レーザーフラッシュ法） 2

1. はじめに

前報にて近年耐火物への利用が広がっているレーザーフラッシュ法（以降：LFM）の分類、測定手法、原理、高アルミナれんがにおける熱線法とLFMの比較測定の事例を紹介した。

本報では、測定事例の紹介として高アルミナれんがよりも更に熱伝導率の低い、珪石質れんがおよび、かさ比重の異なった粘土質れんがにおいて、熱線法とLFMの比較測定の事例を紹介する。

2. 測定

表1に測定に用いたれんがの特性を、図1～4にそれぞれの外観写真を示す。

表1 測定試料の特性

材質	珪石質れんが		粘土質れんが (SK34相当)		
	符号	K	H	M	L
見掛比重		2.33	2.81	2.81	2.80
かさ比重		1.84	2.26	2.18	2.09
見掛気孔率		20.9	19.6	22.1	25.6
吸水率		11.3	8.7	10.1	12.3
圧縮強さ		46	45	33	20
SiO ₂		96.4	51.0	49.5	48.4
Al ₂ O ₃		0.62	43.7	45.3	46.4
Fe ₂ O ₃		0.87	1.74	1.69	1.64

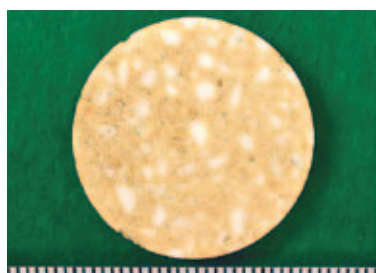


図1 珪石質れんが（K）LFM試料写真

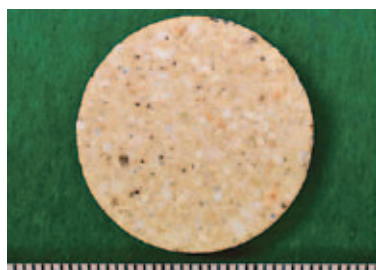


図2 粘土質れんが（H）LFM試料写真

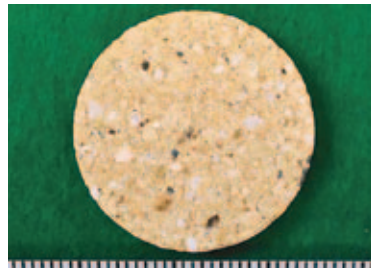


図3 粘土質れんが（M）LFM試料写真



図4 粘土質れんが（L）LFM試料写真

表1の4種のれんがについて、熱線法はJIS R 2252-1に沿った直交法にて熱伝導率測定を実施し、LFMではφ25mm×3mmの試料形状にて、熱拡散率、比較法による比熱容量および常温時の体積、重量から算出した密度の3点を用いて、それぞれ常温から1000℃まで200℃毎の熱伝導率を算出した。

3. 測定結果

熱線法による熱伝導率測定結果を図5に、LFMでの熱伝導率測定結果を図6に示す。

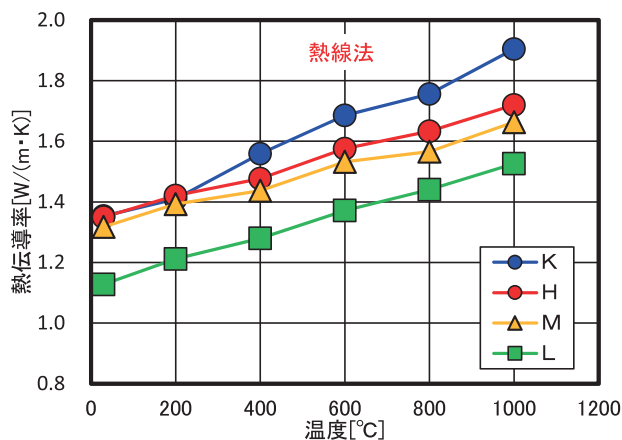


図5 熱線法による熱伝導率測定結果

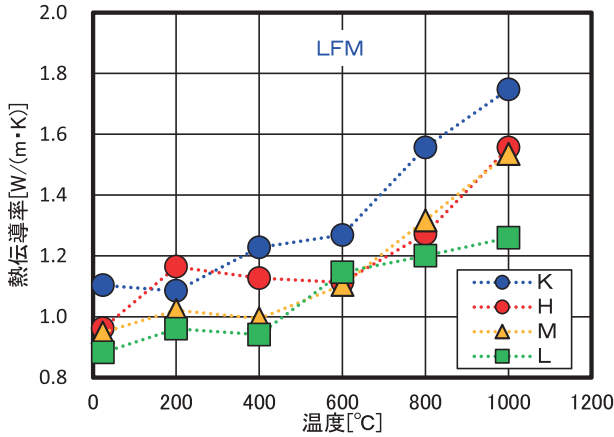


図6 LFMによる熱伝導率測定結果

熱線法の熱伝導率測定結果では、珪石質れんがおよび粘土質れんがにおける、それぞれの材質での熱伝導率の温度依存傾向の差が見られ、粘土質れんがではかさ比重の高い試料ほど高い熱伝導率である結果が得られており、かさ比重の違いによる熱伝導率への影響を確認する事が出来る。

一方、LFMの結果からは、熱線法の結果から見る事ができた珪石質れんが、粘土質れんがの温度依存傾向および粘土質れんがにおける熱伝導率へのかさ比重の影響を確認できる結果とはなっていない。

図7に、かさ比重と熱線法、LFMそれぞれの熱伝導率測定結果の関係を示す。

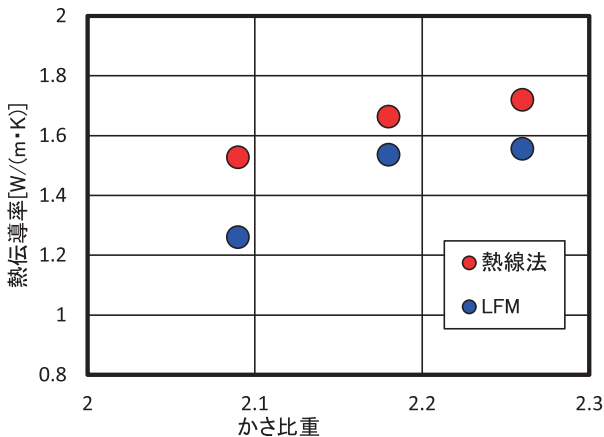


図7 かさ比重と測定結果の関係

かさ比重と、熱線法、LFMの熱伝導率測定結果を比較した場合、熱線法では、かさ比重と熱伝導率の関係が、ほぼ直線となっており相関性が認められるが、LFMではかさ比重と熱伝導率との間に相関性があるとは認められない。

これらの結果から、珪石質れんがおよび粘土質れんがの熱伝導率測定について、熱線法とLFMを比較した場合、熱線法の方がより有効である事が明らかとなり、低熱伝導率のれんがに対してLFMの適用には課題があることが判明した。

前報と今報の測定事例にて用いた各種れんがの測定結果から、熱伝導率と熱線法およびLFMの測定誤差割合(熱線法基準の百分率)を図8に示す。

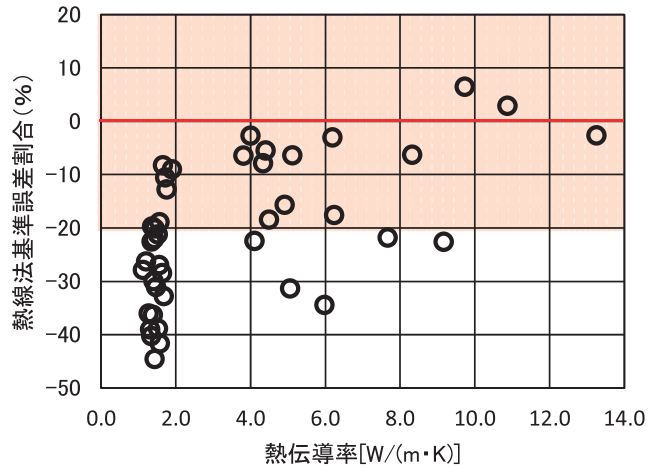


図8 熱線法とLFMの測定誤差

れんがの熱伝導率が6 W/(m·K) 以上の場合、その多くは誤差割合が±20%程度に収まっているが、熱伝導率が2 W/(m·K) 以下の場合、多くが-20%以上の誤差となり最大では-45%程度となっている。

4. まとめ

熱伝導率の低い、珪石質れんがおよびかさ比重の異なった粘土質れんがにおいて熱線法とLFMの比較測定を実施した結果、珪石質れんがおよび粘土質れんがにおいては、熱線法の方が安定した結果となりLFMの有用性は低いことが明らかとなった。

これは、測定れんがの熱伝導率が低いためにレーザーを照射した反対面の温度変化が乏しく、S/N比の高いデータが取得できなかったためと考えられ、試料厚みを薄くしてレーザー照射反対面の温度変化を大きくする事で、精度の高い測定が可能となると考えられるが、れんがの構成組織の問題もあるため検討が必要である。

いずれにせよ、LFMでの低熱伝導率れんがの熱伝導率測定には課題が残るので、他の熱伝導率測定手法と組み合わせ適正に測定手法を選択する必要がある。

(班長 武内 修治)