

研究ノート

AES ファイバー成形体用コーティング材の高度化研究

榊原一彦*1、吉元昭二*2

Study on Advanced Coating Material
for Alkaline Earth Silicate Fiber

Kazuhiko SAKAKIBARA*1 and Shoji YOSHIMOTO*2

Tokoname Ceramic Research Institute *1*2

前報¹⁾では、使用温度 1300℃で生体溶解性ファイバー(以下 AESF とする)成形体の収縮抑制をテーマにセラミックファイバー用コーティング材を調製し、その収縮抑制機構について考察した。その高度化を図るため、TiO₂ 粉末と無機バインダーからなるコーティング材を調製した。当該コーティング材の塗布により AESF 成形体が 1400℃環境下で使用可能であることを確認した。

1. はじめに

セラミックファイバーの成形体であるブランケット、ボード、ブロック等の製品は、鉄鋼、非鉄金属、ガラス、陶磁器、石油化学、半導体、セメント等の業界で使用される工業炉の内張り断熱材として施工され、工業炉の省エネルギー性能向上に役立っている。なかでも AESF は生体安全性に優れるため近年需要が拡大しつつある。しかしながら AESF は他のセラミックファイバーに比べ耐熱性能が低く使用温度範囲が狭いため、耐熱性能の向上が求められている。そこで前報¹⁾で、使用温度 1300℃での AESF 成形体の加熱線収縮率が 2%以下に抑制し得るコーティング材を調製した。その高度化研究として AESF 成形体の使用温度 1400℃を可能とするコーティング材の調製を試みたので報告する。

2. 実験方法

2.1 コーティング材の調製

調製したコーティング材の調査を表 1 に示す。

表 1 コーティング材の調査

調合名	機能成分	材 料	調合量
コーティング材 A	バインダー	無機系バインダー	ベース
	フィラー A	SiC 粉末 (50% 粒子径: 1.6 μm)	外割 30wt%
コーティング材 B	バインダー	無機系バインダー	ベース
	フィラー B	TiO ₂ 粉末 (50% 粒子径: 0.6 μm)	外割 30wt%

近赤外線の反射効果を期待してフィラーの材料として屈折率が 2.6 以上である SiC 及び TiO₂ を選定した。

2.2 評価試料

イソライト工業(株)製イソウル BSSR1300 ボード (W600×L900×t50mm) を W120×L120mm に切出したものに調製したコーティング材を刷毛により 5 回塗り塗

布した後、乾燥器を使用して温度 150℃で 2 時間乾燥したものを評価試料とした。評価に供した AESF 成形体は最高使用温度 1300℃の市販品であるため、最高常用温度が 1200℃程度となる。このため、コーティング材の遮熱機能を評価するための対照試験試料として、コーティング材未塗布の AESF 成形体を温度 1200℃で 24 時間加熱したものを用意した。

2.3 加熱線収縮率測定

JIS R 3311-2008 5.5 に定められた加熱線収縮率の測定方法に準じて、高温加熱による AESF 成形体の収縮率を前報¹⁾同様①から③の手順により評価した。

- ①試料の x,y,z 方向の 3 辺の初期寸法を予め測定する。
- ②電気炉を使用して 200℃/h で 1400℃まで加熱した後、24 時間保持した後炉冷する。
- ③①の測定部位を再度測定して得られる差分を初期寸法で除し、収縮率を算出する。

2.4 熱流量の測定によるコーティング材の遮熱機能の評価

2.4.1 コーティング材の遮熱効果の確認

対照試験試料の片面を 800℃まで加熱しその反対の面に熱流量計センサーを取付け、対照試験試料を貫通する熱流量を測定した。さらに、測定後の対照試験試料の両面にコーティング材 A 又は B を塗布した後の試料の熱流量を測定しその値を比較した(図 1、図 2)。

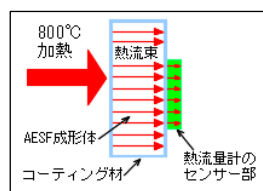


図 1 熱流量測定方法



図 2 熱流量測定状況

2.4.2 1400℃加熱 AESF 成形体のコーティング材による断熱性能抑制効果の確認

当該 AESF 成形体は 1300℃以上の高温環境下で各繊維同士が固着し¹⁾、断熱性能の劣化が危惧される。そこで、加熱線収縮率測定後の評価試料とコーティング材未塗布状態で 1200℃加熱された対照試験試料との熱流量を測定した。この実験により、最高常用温度 1200℃となる当該 AESF 成形体がコーティング材の塗布により 1400℃環境下での使用に耐えうるかを確認した。

2.5 コーティング材の近赤外線反射率の測定

コーティング材に配合したフィラーによる赤外線散乱効果を確認するため、厚さ 10mm に切出した当該 AESF 成形体について、①コーティング材未塗布状態、②コーティング材 A 塗布状態、③コーティング材 B 塗布状態、の 3 種類の試料を作製し、波長 780~2500nm の光の反射率を紫外可視分光光度計により測定した。

3. 実験結果及び考察

3.1 加熱線収縮率の測定結果

1400℃加熱後の加熱線収縮率の測定結果を表 2 に示す。評価試料の加熱線収縮率は共に 3%以下だが、比較するとコーティング材 B を塗布した試料の加熱線収縮率が大きい。前報¹⁾の考察で AESF 成形体の体積収縮が抑制される機構として加熱固化して外殻化したコーティング材の変形抵抗を挙げた。コーティング材 B により形成された外殻部は指で強く押すと陥没してしまうほど脆弱であり、外殻機能が弱いものと推測される。

表 2 加熱線収縮率測定結果

コーティング材	加熱線収縮率(%)		
	x方向	y方向	z方向
A (SiC 粉末添加)	1.2	0.4	0.9
B (TiO ₂ 粉末添加)	2.1	1.8	1.5

3.2 熱流量の測定結果

各コーティング材の塗布前と塗布後での同一対照試験試料の熱流量比較結果を図 3、図 4 に示す。

熱流量の測定結果はコーティング材未塗布状態で約

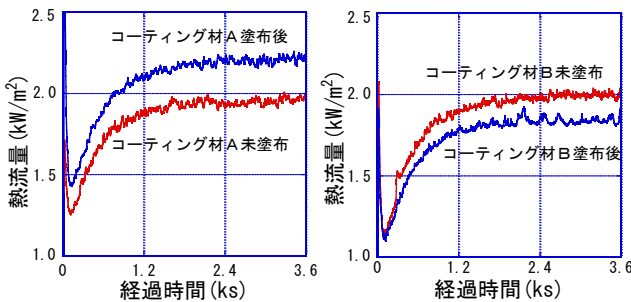


図 3 コーティング材 A 塗布前後での熱流量比較結果

図 4 コーティング材 B 塗布前後での熱流量比較結果

2.0kW/m²、コーティング材 A 塗布後で約 2.2kW/m²、コーティング材 B 塗布後で約 1.8kW/m²であった。コーティング材 B を塗布した状態では一定の遮熱効果を確認できたがコーティング材 A では悪化した。この原因として、コーティング材 A に配合した SiC 粉末の光の吸収係数が影響していることが推測される。

一方、1400℃加熱したコーティング材 B 塗布評価試料の熱流量は約 2.1kW/m²であり、これは 1200℃加熱した未塗布の対照試験試料よりも熱流量がおおよそ 5%増となっている。当該 AESF の最高使用温度は 1300℃であるが、コーティング材 B を塗布した AESF は 1400℃での使用も可能であることを鑑みれば、熱流量の 5%増という結果は十分許容できる結果と考えられる。

近赤外線反射率の測定結果を図 6 に示す。コーティング材 B を塗布した AESF 成形体、コーティング材未塗布の AESF 成形体のみ、コーティング材 A を塗布した AESF 成形体の順に反射率は高くなっており、コーティング材 B に含まれる TiO₂ が近赤外領域の光を反射する性能が高いことを示している。この結果は熱流量測定結果とも非常によく一致し、コーティング材 B の遮熱機能により、過熱された AESF 成形体の断熱性能が維持され、1400℃での使用を可能にしたと推測できる。

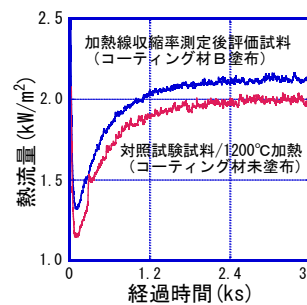


図 5 1400℃加熱試料熱流量測定結果

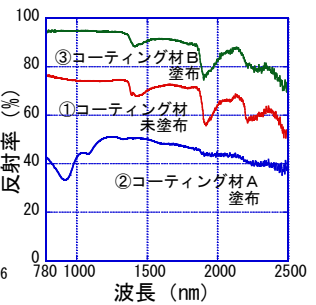


図 6 近赤外線反射率測定結果

4. 結び

- (1) SiC 粉末又は TiO₂ 粉末を含有するコーティング材を塗布することで 1400℃において AESF 成形体の加熱線収縮率を 3%以下に抑制することができた。
- (2) TiO₂ 粉末をコーティング材に添加することで遮熱機能を付与できることが分かった。

(1)、(2)の結果により TiO₂ 粉末を含有するコーティング材を塗布することで 1400℃の高温下で AESF 成形体を使用できることが確認された。

文献

- 1) 榊原一彦, 吉元昭二: あいち産業科学技術総合センター研究報告, 7, 30(2018)