

研究ノート

セラミックファイバー用コーティング材の開発

永縄勇人*1、福原 徹*1、大野大輔*2

Development of Coating Materials for Ceramic Fibers

Hayato NAGANAWA*1, Toru FUKUHARA*1 and Daisuke ONO*2

Tokoname Ceramic Research Center*1 INUI Co., Ltd*2

優れた耐火断熱性を持つセラミックファイバー製品の耐風性、耐食性の向上、加熱収縮率の抑制による耐熱性の向上を図るため、コーティング材による保護を検討した。セラミックファイバーと反応しにくいアルミナやムライト、炭化ケイ素を無機バインダーで硬化させ、強固で緻密なコーティング層を形成したところ、上記性能の向上を実現できた。特に加熱収縮率に関しては、リフラクトリーセラミックファイバーは顕著に効果を示し、1500℃での使用においても、収縮率を2%以下に抑制することができ、耐熱温度を240℃上昇させることができた。

1. はじめに

セラミックファイバーで成形したブランケットやブロック、ボードなどの製品は、鉄鋼や窯業、化学、エネルギーなど広範な産業で主に断熱材として使用されている。セラミックファイバーは、低比重かつ低熱容量で柔軟性が高いことから、高い断熱性や耐スポーリング性を持つ。そのため、断熱性の向上だけでなく、急熱急冷という昇降温時間を大幅に減らす操作も可能であり、作業性の効率や適用部位の自由度を広げている。しかし、機械的強度に乏しいため、耐風性が低い。また比表面積が大きいことから、耐食性にも劣る。さらに、加熱収縮率が大きいといった問題も持つため、セラミックファイバーを施工した部位では定期的な補修を必要とする。

そこで本研究では、上記課題を同時に解決に導くためのアプローチとして、新規コーティング材を開発した。

2. 実験方法

2.1 コーティング材の作製

増粘材で粘性を調整した水系溶媒に無機バインダーを加えて、バインダー溶媒を作製した。その後、アルミナやムライト、炭化ケイ素粉末をバインダー溶媒に加えてコーティング材とした。

2.2 耐風性の評価

リフラクトリーセラミックファイバー (RCF) ブランケットにコーティング材を刷毛で塗布し、110℃で乾燥させて試験体とした。この試験体にコンプレッサーを用いて送風し、試験体の表面状態を比較、観察した。

2.3 耐食性の評価

5×5cmのRCFブランケットにコーティング材を刷毛で塗布し、110℃で乾燥させて試験体とした。この試験体上で酸化第一鉄と炭酸ナトリウムを混合した腐食材を直径2cm程度になるよう薄く伸ばし、1400℃で3時間反応させ、表面状態を比較、観察した。

2.4 加熱収縮率の評価

5×5×10cmのRCFボードにディッピングで塗布を行ない、110℃で乾燥させて試験体とした。この試験体を1100～1550℃で24時間加熱し、加熱前後の寸法から線収縮率を算出した。

3. 実験結果及び考察

3.1 耐風性の評価

図1に試験体の耐風性試験結果を示す。コーティングを施していないRCFブランケットでは、送風により剥離・飛散し、破壊されている様子がわかる。しかし、コーティング材を塗布した試験体では、RCFブランケットの表面に厚さ0.1～0.3mm程度の緻密なコーティング層(図2)が形成されることで、セラミックファイバー表面の機械的強度が向上し、耐風性試験によっても破壊されなかった。

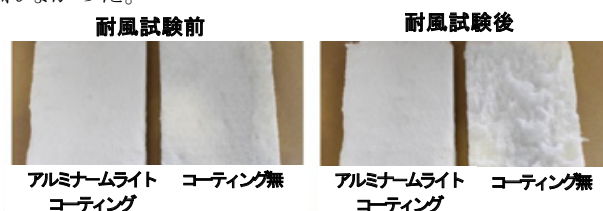
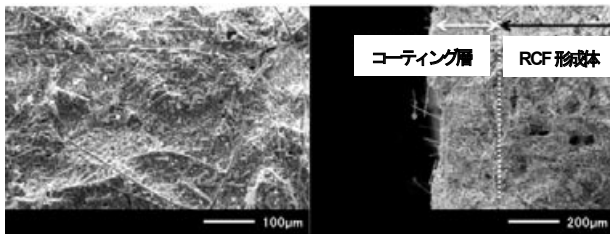


図1 耐風性試験結果



(a) コーティング層表面 (b) コーティング層断面

図2 アルミナ-ムライトコーティングした試験体の微細構造

3.2 耐食性の評価

図3に試験体の耐食性試験結果を示す。コーティングを施していない試験体では、腐食材によって浸食を受け、窪みを形成している。しかし、炭化ケイ素をコーティングした試験体では、コーティング層で腐食材との反応を抑制しており、浸食していない。また、アルミナとムライトをコーティングした試験体では、酸化第一鉄に炭酸ナトリウムを加え、より反応性を高めた腐食材を用いたが、コーティング層で浸食を抑制することができた。

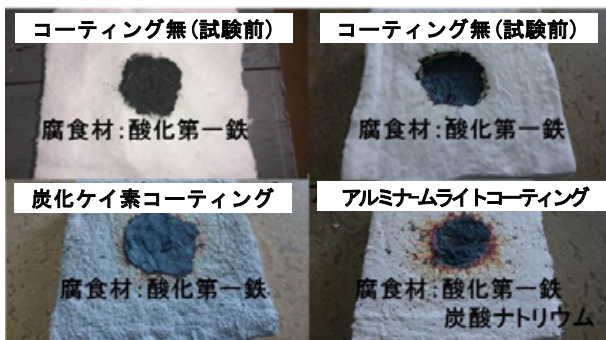


図3 耐食性試験結果

3.3 加熱収縮率の評価

図4に試験体を各温度で24時間加熱した結果を示す。今回基材として用いた RCF ボードは、特に JIS などで規格が定められていないが、通常 24 時間の加熱で線収縮率が 3%以下となるように設計されていることが多い。つまり、24 時間の加熱で線収縮率が 3%以下となる温度を耐熱温度 (最高使用温度)¹⁾とし、各メーカーでは販売を行なっている。今回用いた RCF 基材は耐熱温度が 1260℃のものであり、試験結果では 1200℃を超えた時点で線収縮率が 3%を超えた。しかし、コーティングを施した試験体では、1200℃の加熱温度では 1%を下回り、1500℃においても 2%を下回った。実際、図5に同じ大きさに調製した試験体を加熱試験した写真を示したが、

コーティング材による高い収縮抑制効果を確認することができる。今回開発したコーティング材では、1500℃まで線収縮率が 3%以下に抑制する効果があるため、耐熱温度を 240℃向上させたといえる。

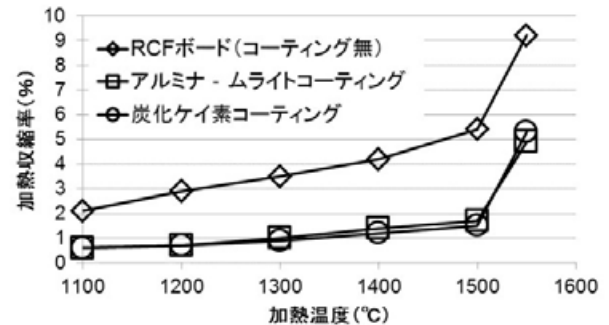


図4 加熱収縮試験結果

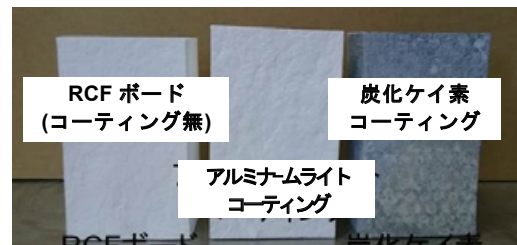


図5 加熱後 (1500℃×24 時間)の試験体の形状

4. 結び

本研究では、セラミックファイバーの耐風性、耐食性の向上、加熱収縮率の抑制による耐熱性の向上を図るため、コーティング材による保護を検討した。アルミナやムライト、炭化ケイ素を無機バインダーで硬化させてコーティング層を形成することで、0.1~0.3mm程度の厚さで耐風性や耐食性の向上とともに加熱収縮率を抑制できた。特にRCFの場合、耐熱温度が1260℃の試験体を1500℃まで使用できるようになり、耐熱温度を240℃向上させることに成功した。

付記

本研究は、平成 26 年度に行なわれた(株)INUI との共同研究の成果の一部である。現在、(株)INUI ではこの成果を用い、耐火物用のコーティング材「reflect」を製品化した。

文献

- 1) 田中利和, 葛原貞春, 岡田昭彦, 土屋卓夫, 高橋富弘, 大塚正:新版セラミックファイバと断熱施工, P44 (2007), 財団法人省エネルギーセンター