

電気化学的プロセスによる有害物除去システムの開発

勝木宏昭

本研究では環境有害物質である悪臭ガスや NO_x 、ススなどを電気化学的に迅速に分解・除去する方法を基礎的に検討することを目的とする。今年度はマイクロ波を吸収して自己発熱する酸化鉄系複合粉末をウレタンフォームに付着後、焼成してセラミックスフォームを作成した。家庭用電子レンジ内で80、200、600Wのマイクロ波を照射して発熱特性を検討した。またこのフォーム上にディーゼルエンジン排気ガスを付着させ、マイクロ波を照射して加熱除去効果を調べた。

1. はじめに

食品加工や農産物生産システムで発生する悪臭成分、塗料・建材から発生する微量のVOC成分、さらには自動車、工場、発電所などの燃焼機関から排出される窒素酸化物(NO_x)、硫黄酸化物(SO_x)、未燃の炭化水素(HC)、一酸化炭素(CO)、二酸化炭素(CO_2)や炭素を主成分とする微粒のすす(パーティキュレート)が環境問題の原因となっている。これらの有害物質を多量かつ高効率で分解除去するために直接燃焼法、蓄熱燃焼法、触媒燃焼法が採用されており、県内のセラミックスメーカーでも低熱膨張性セラミックスを主体とした素材開発、製品化が行われている。有害物質を燃焼法によりセラミックス担体上で分解する場合、システムによってはセラミックスをあらかじめ400~900°Cに外部から加熱する必要がある。省エネルギーによる簡易型の高効率分解システムが必要となっている。外部加熱を必要としないマイクロ波誘起プラズマを利用した有害物質除去システムも提案されており、新しい環境

浄化システムとして注目されている。

本研究では高誘電率、誘電損失を持つ物質がマイクロ波により自己発熱することを利用し、有害物質がマイクロ波照射下で直接熱分解可能な電気化学的プロセスを開発することを目的とするが、本年度は昨年度の成果を基にして酸化鉄系複合セラミックスフォームのマイクロ波吸収による自己発熱特性と有害物質の分解挙動を検討した。

2. 実験方法

まず湿式法により2種の酸化鉄系複合水酸化物粉末(A,B)を作成した後900°Cで仮焼し、0.8~2 μm に粉碎した。これらの粉末を市販のムライト、コージェライト等に5~20wt%添加し、バインダー、水とともに混合した。このスラリーに直径50mm、高さ30mmのウレタンフォームを浸し過剰のスラリーを搾り出して乾燥させた。300~400°Cでウレタン成分を除去した後、1200~1450°Cで2時間焼成した。焼成後のフォームの目開きは1.5mm、見かけ気孔率は約86%である。セラミックスフォームへのマ

マイクロ波照射試験は昨年と同様の方法で行った。フォームを透明石英板の上に乗せ、これを市販電子レンジ(吉井電機製 容量 15 リットル)の中央に設置し、80, 200, 600W でマイクロ波を4分間まで照射し蛍光式ファイバー温度計(安立計器製)でフォーム表面の温度を連続的に測定した。また、作成したセラミックスフォームにディーゼルエンジンから排出されるすす(soot)を付着させ、その後 600W のマイクロ波を5分間照射して加熱変化を検討した。

3. 結果と考察

3.1 フォームのマイクロ波吸収特性

まず図 1 に 1250°Cで焼成したペタライトフォームと酸化鉄系複合粉末 A をペタライトに 20 wt%添加して 1250°Cで焼成したセラミックスフォームの形状を示す。



図 1 ペタライトフォーム(左)と酸化鉄系複合粉末 A をペタライトに 20 wt%添加して作成したセラミックスフォーム(1250°C)

図 2, 3, 4 に酸化鉄系複合粉末 A をペタライトに 5, 10, 20 wt%添加して作成したセラミックスフォーム(1250°C焼成 約 20g)に 80, 200, 600W のマイクロ波を照射

した時の試料の温度変化を示す。

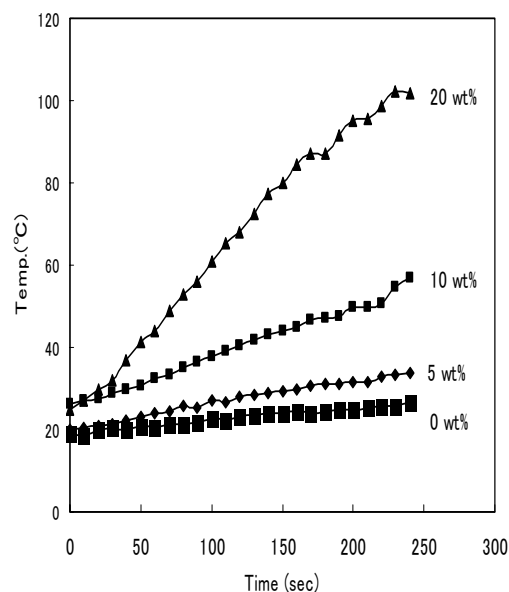


図 2 酸化鉄系複合粉末 A のセラミックスフォームに 80W のマイクロ波を照射した時の試料表面の温度変化

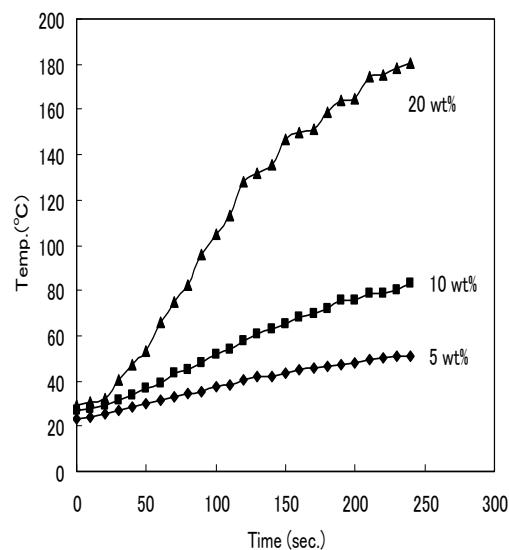


図 3 酸化鉄系複合粉末 A のセラミックスフォームに 200W のマイクロ波を照射した時の試料表面の温度変化

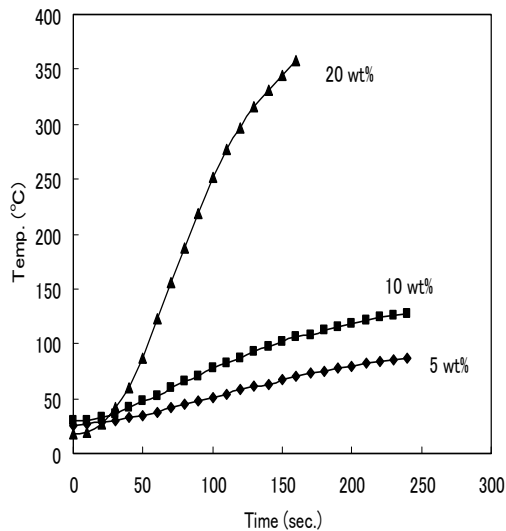


図 4 酸化鉄系複合粉末 A のセラミックスフォームに 600W のマイクロ波を照射した時の試料表面の温度変化

酸化鉄系複合粉末 A が未添加の場合のフォームは 80, 200, 600W のマイクロ波を 4 分間照射した後の試料温度はそれぞれ 26.5, 32.6, 52.5°C であり, 急激な温度上昇は認められなかった. 酸化鉄系複合粉末 A を 5, 10, 20wt% 添加したフォームは 80W 照射の場合, 4 分後の試料温度はそれぞれ 33.7, 56.8, 101.9°C (図 2) であり, 200W の場合ではそれぞれ 51.3, 83.1, 180.3°C (図 3), また 600W の場合ではそれぞれ 87.4, 127.0, 400°C (図 4) となった. 図 2, 3, 4 から酸化鉄系複合粉末 A の添加量とマイクロ波照射出力の制御によりセラミックスフォームの温度をコントロールできることが分かった. 図 4 で 20wt% 添加したフォームに 600W 照射した場合 2 分間で急激に 300°C に達したが酸化鉄系複合粉末 A とマイクロ波の相互作用はまだ明確でない.

次に図 5 に酸化鉄系複合粉末 B をペタライ

トに 5, 10, 20 wt% 添加して作成したセラミックスフォーム (1250°C 焼成 約 20g) に 600W のマイクロ波を 4 分間照射した時の試料の温度変化を示す. 酸化鉄系複合粉末 B

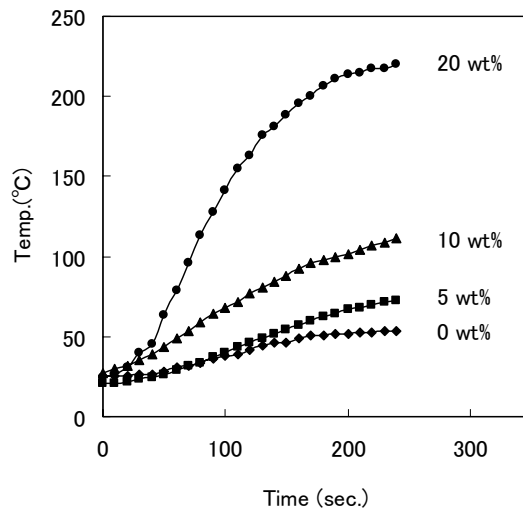


図 5 酸化鉄系複合粉末 B のセラミックスフォームに 600W のマイクロ波を照射した時の試料表面の温度変化

の場合, 粉末 A に比べてマイクロ波の吸収・発熱性は劣るが 20wt% 添加した場合は 4 分間の照射でフォーム表面の温度は 220 ~ 230°C になった.

3.2 セラミックスフォーム上のすすのマイクロ波照射分解試験

図 6(a), (b) に酸化鉄系複合粉末 B をペタライトに 20 wt% 添加して 1250°C で作成したセラミックスフォームの表面組織を示す. また図 6(c) にすすを付着させたフォームの表面組織を示す. フォームの重量は 19.5 g でありすすの付着量は約 26 mg である. 図 6(c) より 0.1 μm 以下の微粒子状のすす凝集物がフォーム表面に付着していた.

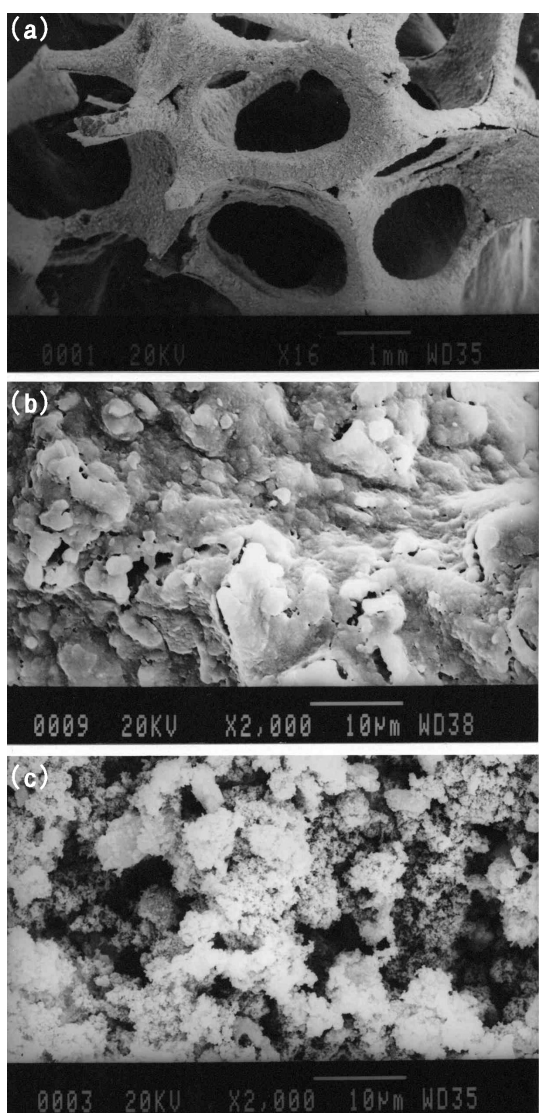


図6 焼成後のフォームの表面組織(a, b)とすすが付着したフォームの組織(c)

すすが付着していないフォームとすすが26 mg 付着したフォームに600 Wのマイクロ波を4分間照射した後のフォーム表面温度の変化を図7に示す。すすを付着したフォームの方がマイクロ波をより吸収しやすくなり、温度上昇が増し3~4分後は約40℃高くなった。フォーム表面に付着したすすの量は高々26 mg であるがすす中のカーボンは固体の中で最もマイクロ波を吸収して

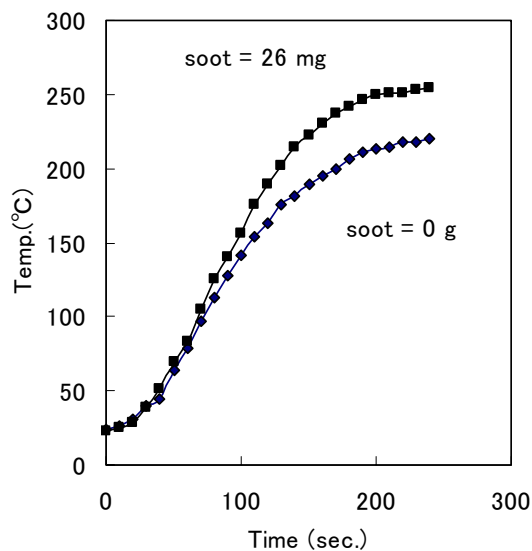


図7 酸化鉄系複合粉末Bのセラミックスフォームとすすを付着させたフォームに600Wのマイクロ波を照射した時の試料表面の温度変化

自己発熱しやすい物質であるので、すすとマイクロ波との相互作用によっても温度上昇が幾分起こったものと考えられる。マイクロ波を4分間照射した後、付着したすす状物質の重量減少は47%であった。4分間のマイクロ波処理ですすの酸化除去はまだ期待できないが、フォームに付着した水分と有機物質が除去されたものと推察される。

4. まとめ

本研究ではマイクロ波を吸収して比較的短時間に自己加熱が可能なセラミックスを利用してフォームを試作し、その発熱特性を検討した。鉄系複合酸化物の添加量とマイクロ波出力の制御により発熱性が変化した。すすを付着したフォームにマイクロ波を照射すると発熱性が増加するとともに、付着物の部分的な除去効果が認められた。