

GFRP と粘土の混合物を焼成した多孔質セラミックスによるプラスチック燃焼ガスの低減

宮崎大学大学院 学生会員 ○林 駿之介, 宮崎大学大学院 宇佐見 俊博
鹿児島高専 正会員 安井 賢太郎, 宮崎大学 木之下 広幸

1. はじめに

著者らは、使用済みのガラス繊維強化プラスチック (GFRP) を有効利用することを目的として、粉碎した GFRP と粘土の混合物を焼成することで多孔質セラミックス (GFRP/clay セラミックスと呼ぶ) を作製し、その用途開発を行っている¹⁾。本研究では、GFRP/clay セラミックスの高い気孔率と比表面積に着目して、プラスチック或いは化石燃料の燃焼ガス吸着材としての利用について検討した。本報では、GFRP/clay セラミックスの標準ガスによる NO₂ 及び SO₂ 吸着試験の結果²⁾、及びプラスチック燃焼ガスろ過試験の結果について報告する。

2. 実験方法

2.1 GFRP/clay セラミックス試料の作製

図-1 は GFRP/clay セラミックスの作製方法を示す²⁾。GFRP には、ガラス繊維を質量で 40% 含有するポリアミド (PA) 樹脂を用いた。粘土には、クロライトを主要鉱物とする宮崎県産の緑泥石粘土を用いた。セラミックスは、0.5 mm 以下に粉碎した GFRP を全質量に対して 20% の割合で粘土と混合し、800°C で還元雰囲気中で焼成することで作製した。標準ガスによる NO₂ 及び SO₂ 吸着試験には、セラミックスを粉碎して 1.4~2.0 mm の粒径の試料を用いた。また、プラスチック燃焼ガスろ過試験には、直径 10~20 mm のボール状の試料を用いた。表-1 は GFRP と粘土の無機物の化学組成を示す。表-2 は作製した 20% GFRP/clay セラミック試料の見掛気孔率、比表面積及び炭素含有率を示す。

2.2 NO₂ 及び SO₂ 吸着試験及びプラスチック燃焼ガスろ過試験の方法

図-2 は GFRP/clay セラミックスの標準ガスによる NO₂ 及び SO₂ 吸着試験の方法を示す²⁾。実験は 5 g の試料を試験管に入れ、約 5 ppm の NO₂ 又は SO₂ 標準ガス 20L を 1 L/min の速度で、回路内を最大 4 時間循環させることで行い、30 分間隔でガス濃度の変化を半導体材料ガス検知器 (XSP-7 II) を用いて測定した。

図-3 はプラスチック燃焼ガスろ過試験の方法を示す。

表-1 GFRP と粘土の無機物の化学組成

Samples	Component (mass%)							
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	K ₂ O	MgO	CaO	TiO ₂	Others
GFRP (40%GF)	54.9	16.3	0.77	0.15	-	26.7	0.56	0.62
Clay	65.8	21.9	4.79	3.37	1.67	1.31	0.87	0.29

表-2 試料の見掛気孔率、比表面積、及び炭素含有率

Samples	Apparent Porosity (%)	Specific Surface Area (m ² /g)	Carbon Content (mass%)
20% GFRP/clay ceramic	43.1	14.9	0.85
(Clay ceramic)	31.9	11.0	0.06
(GFRP carbide)		26.4	7.0

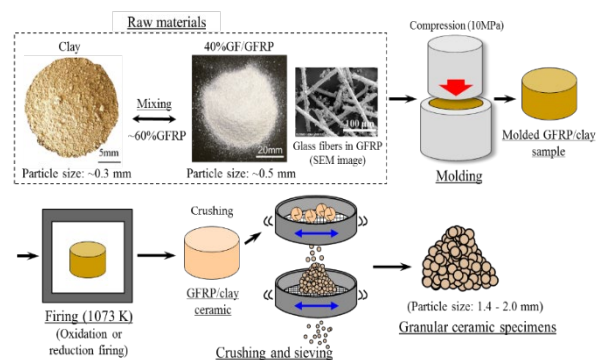


図-1 GFRP/clay セラミック試料の作製方法

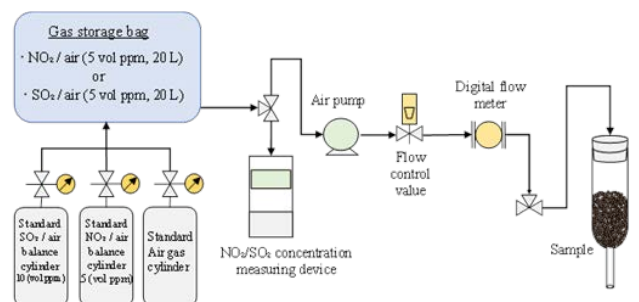
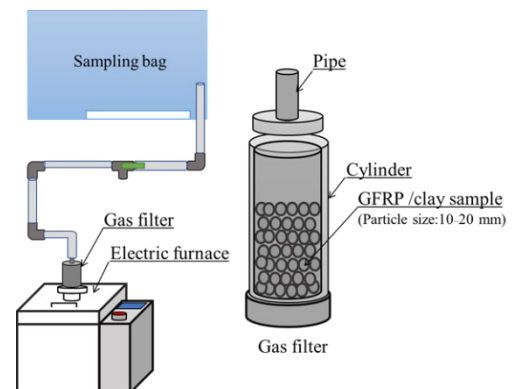
図-2 標準ガスを用いた NO₂/SO₂ 吸着試験の方法

図-3 プラスチック燃焼ガスろ過試験の方法

キーワード：廃ガラス繊維強化プラスチック、多孔質セラミックス、プラスチック燃焼ガスの低減
連絡先：〒889-2192 宮崎市学園木花台西 1-1 宮崎大学工学部 0985-58-7290

電気炉のガス排出口に 400 g の試料を詰めたフィルターを取り付け、GFRP (前述の 40%GF を含む PA) のペレット材 10 g を電気炉内で加熱した時に発生するガスの SO_2 濃度を測定した。電気炉の昇温速度は 200°C まで $200^\circ\text{C}/\text{h}$ 、 200°C から 400°C まで $100^\circ\text{C}/\text{h}$ である。樹脂の分解・気化によって発生したガスは、フィルター後方のガス排出口に取り付けたサンプリングバックにより、電気炉内の温度が $200\sim 250^\circ\text{C}$ 、 $250\sim 300^\circ\text{C}$ 、 $300\sim 350^\circ\text{C}$ 、及び $350\sim 400^\circ\text{C}$ の温度域に分けて採取した。実験はフィルターに試料を詰めた場合と詰めない場合について行い、両者の SO_2 濃度の違いについて検討した。また、試料は乾燥させた場合と、飽和吸水させた場合について検討した。

3. 実験結果及び考察

図-4 は GFRP/clay セラミックスの標準ガスによる NO_2 及び SO_2 吸着試験の結果を示す²⁾。図中には粘土のみを焼成したセラミックス (Clay) 及び酸化雰囲気中で焼成したセラミックス (20%GFRP/clay (Oxidatively fired)) の吸着試験の結果も併せて示している。還元焼成した GFRP/clay セラミックスは NO_2 及び SO_2 の両方をよく吸着することがわかる。 NO_2 及び SO_2 の吸着の要因に関して、粘土のみを焼成したセラミックス、GFRP の炭化物及び GFRP に含まれていたガラス繊維の吸着試験の結果²⁾ から、 NO_2 については、粘土質及びプラスチック炭化物が吸着の主要因で、 SO_2 については、粘土質及びガラス繊維が吸着の主要因と考えられる。

図-5 はプラスチック燃焼ガスろ過試験の結果を示す。排ガス中の SO_2 濃度は、電気炉内の温度が $250\sim 300^\circ\text{C}$ の温度域から増加し始めている。排ガス量が最も多い $350\sim 400^\circ\text{C}$ の温度域での SO_2 濃度についてみると、乾燥した試料を詰めたフィルターを用いた場合は、試料を詰めない場合と比較して SO_2 濃度が半分程度に減少している。一方、飽和吸水させた試料を用いた場合では、 SO_2 濃度は試料を詰めない場合と同等である。この結果から、乾燥した試料を用いた場合において、プラスチック燃焼ガス中の SO_2 濃度を低減できることがわかった。なお、飽和吸水させた試料を用いた場合に SO_2 濃度が低下しなかった理由としては、セラミックス試料の細孔内に水分が溜まっているために、細孔内に SO_2 が侵入できなかったこと、及び試料表面が水の膜によって覆われているため、 SO_2 と固体表面 (粘土質及びガラス繊維) との物理的な吸着力が作用しなかったことが考えられる。

4. まとめ

本研究では、使用済みの GFRP を有効利用することを目的に、GFRP/clay セラミックスのプラスチック等の燃焼ガス吸着材としての利用について検討した。その結果、乾燥したセラミックス試料を用いた場合において、プラスチック燃焼ガス中の SO_2 濃度を大幅に低減できることがわかった。

参考文献

- 1) K. Yasui, H. Kinoshita et al., Environ. Earth Sci. 75, 1135, 2016.
- 2) H. Kinoshita, K. Yasui, T. Hamasuna, T. Yuji, N. Misawa, T. Haraguchi, K. Sasaki, N. Mungkung, Polymers, 14 (1), 164, 2022.

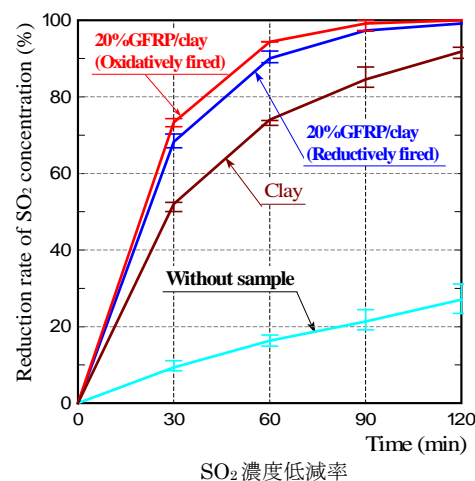
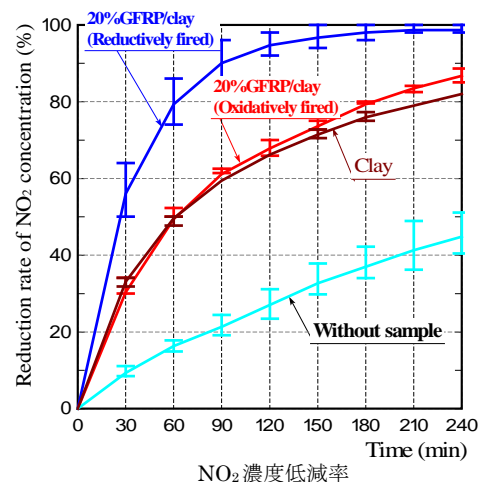


図-4 20%GFRP/clay セラミックスの NO_2 及び SO_2 吸着性能

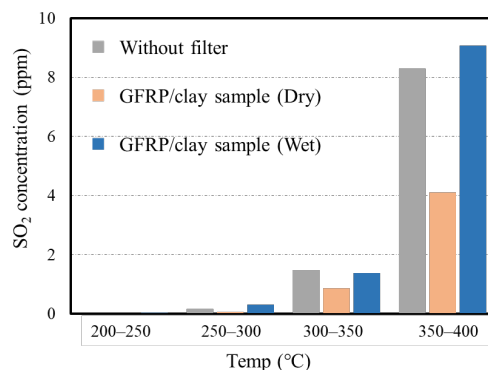


図-5 プラスチック燃焼ガスろ過試験における SO_2 濃度の測定結果