

<p>研究代表者</p>	<p>所属・職名 共生システム理工学類・物質エネルギー学系 准教授 氏名 中村 和正</p>																					
<p>研究課題</p>	<p>磁性微粒子分散複合材料の作製および多孔化への試み Preparation of porous composite materials alloyed with magnetic particles</p>																					
<p>成果の概要</p>	<p>ナノからマイクロサイズの金属微粒子は、バルク体の金属単体と異なる性質を示す。特に、磁性金属微粒子は、磁性を有していない材料へ添加することにより磁性を変化させることができる。この磁性微粒子分散複合材料は、触媒・電子素子・磁気シールド・浄化材などのへの応用が期待されている。今回は、マトリックスに炭素材料を使用し、磁性微粒子分散複合材料を作製し、その多孔化へ1つの指針を得ることを目的とした。特に、マトリックスのガラス状炭素は、前駆体であるフランが液体であり、流体である磁性流体 (MF) を添加することで、液相同士の混合により金属微粒子が分散した炭素材料を簡単に作製できる可能性が高い。さらに、熱処理温度や昇温速度を変化させることにより、金属微粒子の相を変化させ、磁気特性への影響も検討した。また、重合状態を加味することにより自己発泡の可能性も検討した。</p> <p>磁性微粒子分散炭素材料は次のように作製した。まず、フラン樹脂初期重合体に硬化触媒を加え、超音波照射し攪拌後、MF または酸化鉄</p> <div data-bbox="938 510 1385 542" data-label="Caption"> <p>Table 1 各試料に対する残留磁化および保磁力</p> </div> <table border="1" data-bbox="938 542 1385 869"> <thead> <tr> <th>試料</th> <th>残留磁化 (emu/g)</th> <th>保磁力 (Oe)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>HTT800_Pow</td> <td>0.348</td> <td>136</td> </tr> <tr> <td>HTT1000_Pow</td> <td>0.255</td> <td>122</td> </tr> <tr> <td>HTT1200_Pow</td> <td>0.242</td> <td>115</td> </tr> <tr> <td>HTT800_MF</td> <td>0.415</td> <td>342</td> </tr> <tr> <td>HTT1000_MF</td> <td>0.307</td> <td>195</td> </tr> <tr> <td>HTT1200_MF</td> <td>0.187</td> <td>155</td> </tr> </tbody> </table> <div data-bbox="960 922 1372 1272" data-label="Figure"> </div> <div data-bbox="938 1281 1385 1312" data-label="Caption"> <p>Fig. 1 各試料に対するXRD回折パターン</p> </div> <div data-bbox="427 1348 1369 1989" data-label="Image"> </div> <div data-bbox="730 1998 1072 2029" data-label="Caption"> <p>Fig. 2 各試料に対する SEM 像</p> </div>	試料	残留磁化 (emu/g)	保磁力 (Oe)	HTT800_Pow	0.348	136	HTT1000_Pow	0.255	122	HTT1200_Pow	0.242	115	HTT800_MF	0.415	342	HTT1000_MF	0.307	195	HTT1200_MF	0.187	155
試料	残留磁化 (emu/g)	保磁力 (Oe)																				
HTT800_Pow	0.348	136																				
HTT1000_Pow	0.255	122																				
HTT1200_Pow	0.242	115																				
HTT800_MF	0.415	342																				
HTT1000_MF	0.307	195																				
HTT1200_MF	0.187	155																				

成果の概要

粉末(比較試料)をフラン樹脂初期重合体に対し、1 wt. %加え十分攪拌し、160°Cで硬化させ、次に硬化した各金属微粒子添加プラスチックをAr雰囲気下、800、1000および1200°Cで、30min熱処理した。昇温速度は、10°C/minで行った。作製した材料の磁気特性をVSMで、試料中の鉄の相をXRDで測定し、鉄粒子の分散性や発泡の様子をSEMで確認した。

VSM測定結果より、全ての添加試料で、ヒステリシス曲線が見られ、ガラス状炭素の強磁性化が確認された。このとき、残留磁化および保磁力は、処理温度の上昇に伴い小さくなった。また、保磁力は、MF添加試料はPowder添加試料よりも大きくなった(Table 1)。45°付近の α -Feのピークの43°付近の γ -Feピークに対する強度比(α/γ)は、Powder添加試料で処理温度の上昇に伴い小さくなった。

また、MF添加試料は35°付近の Fe_3O_4 のピークが、処理温度の増加に伴い相対的に小さくなり、 γ -Fe相や Fe_3C 相が確認された。これらのため、熱処理温度の上昇に伴い残留磁化が減少したと考えられる。保持力は、単磁区に依存するが、今回SEM観察のスケールでは確認できなかった。また、それは製造方法や材料の組み合わせで変化するので、今回のGCとMFの組み合わせが保磁力を大きくする結果となったかもしれない。SEMによる炭素材料中の金属微粒子の分散性は、MF添加試料で、Powder添加試料よりやや良好であるが、底部に沈降する傾向も見られ、MF添加試料は分散性に対し、一定の効果が見られた(Fig. 2)。また、MF添加試料では、気泡の痕や亀裂伸展が所々で見られ、熱処理温度の上昇とともにそれらが多くなった。これは、MFの水溶媒への分散に使用されている界面活性剤による樹脂の重合の阻害や炭素化時の試料の膨張・収縮による応力が原因だと考えられ、一定の自己発泡の効果が見られた。

今後は、多孔セラミックス材料に磁性金属微粒子分散の手法を応用し、浄化材料の作製の可能性を模索する予定である。