

(773) 酸化鉄を含有するアモルファススラグの超常磁性

東京工業大学工学部・永田和宏、後藤和弘、理学部 永田一清
北海道大学 田附雄一

1、精言：Fe、Ni、Coなどを含む非晶質合金には強磁性を示すものがある。非晶質ガラス中にこれらの鉄イオンなどを溶解させ、分散させると、これらは結晶粒界を持たないので抗磁力が小さく透磁率の高い軟磁性材料となる可能性がある。本研究では製鋼スラグの基本系であるCaO-SiO₂-Fe₂O₃-FeO系スラグの磁性を調べた。その結果、数千個のFe²⁺とFe³⁺イオンからなるマグネタイトに近い極微小なクラスターの存在が予想されたので、そのクラスターの発生数の増加を期待してCr₂O₃の添加を試みた。

2、試料：45CaO-45SiO₂-10Fe₂O₃の組成で配合した粉末をアルミナルツボに入れ、空气中1450°Cで約4時間溶解、保持した後、水冷銅ブロック上に急冷し粉碎した。Fe³⁺/Fe²⁺比は化学分析とメスbauer分光分析により約22である。

3、実験と結果：図1には線源にCo⁵⁷を用いた室温における鉄イオンのメスbauerスペクトルを示す。Cr₂O₃の添加により2mol%まではスペクトルに目立った変化は見られないが、5mol%ではマグネタイトに近い磁気的に分裂したスペクトルが観察される。図2はCr₂O₃を含まないスラグの磁化曲線である。磁化は非常に大きく、強磁性を示している。一方、電子スピン共鳴(E S R)では、温度低下と共に共鳴磁場は低下し、ピークの半値幅が大きくなった。帯磁率はキュリー-ワイス則に従い、キュリー点は145Kで、0.1mol%Cr₂O₃の添加により237Kに上昇した。

4、考察：以上の結果より、このスラグは超常磁性であると推定した。すなわち、マグネタイトに近いクラスターと、その間に分散しているFe³⁺から成り立っている。クラスターの濃度は6.7x10¹⁶/g、磁気モーメントは約6000μ_Bである。クラスターのスピンは熱擾乱を受けており、その間には弱い相互作用がある。低温ではこれが凍結して内部磁場の乱れを助長する。この時、分散しているFe³⁺イオンのスピンはこの内部磁場の影響を強く受ける。

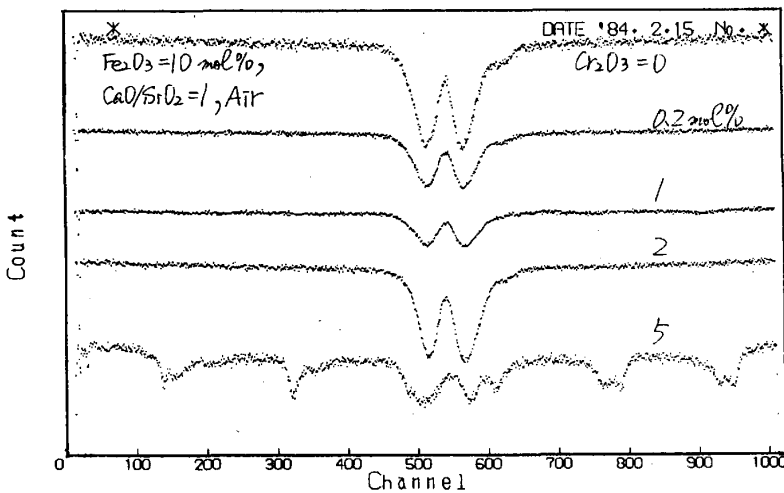


Fig.1. Mössbauer spectrums of silicate slag with iron oxide containing various content of Cr₂O₃.

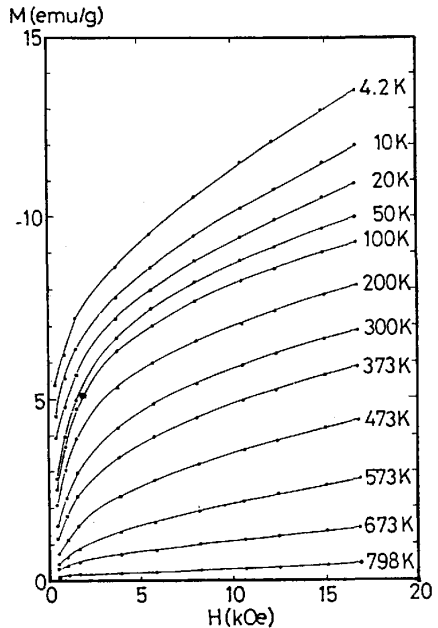


Fig.2. Magnetization curve of silicate slag with iron oxide.