

アルミナシェルの光応答性を利用したコアシェル構造体の蓄熱特性制御

(名古屋大学 大学院工学研究科 物質制御工学専攻)

○平口将大、山下誠司、窪田光宏、北英紀

[背景と目的] 工業炉などで出る 1000°C域の高温排熱の蓄熱技術においては、セラミックス部材を用いた顕熱蓄熱が主流であったが、セラミックス蓄熱体では熱伝導率が低いため蓄放熱速度が遅く、蓄熱効率の課題があった。そこで本研究室では、セラミックシェル内部に融解・凝固時の潜熱蓄熱が利用可能な PCM (Phase Change Material) コアを内包したセラミックシェル構造蓄熱体を開発し、高温域で伝熱速度や蓄熱密度を高めることに成功している。しかし、コア材とシェル材の熱膨張差などからコアシェル間には空隙を設ける必要があり、その空気層が伝熱を低減していると考えられる。本研究ではアルミナシェルの作製プロセスに着目し、アルミナの光応答性を制御することで、輻射伝熱を利用したコアシェル間の入放熱速度の向上を目指す。

[実験及び評価方法] 試料として、白色アルミナに加え、放射率の高い黒色アルミナと透光率の高い透光性アルミナを比較として用いた。透光性アルミナは、易焼結アルミナ微粒子（タイミクロン、大明化学株式会社製）を用いてプレス成形及び鑄込み成形を行い、助剤の添加、焼成温度と時間を変えることで異なる透過率の試料を作製した。得られた試料について、可視光-近赤外域における反射及び透過スペクトルを測定し、光応答性について評価した。直径 20 mm、シェル厚み 2.0 mm の白色アルミナシェル、黒色アルミナシェル、透光性アルミナシェルを電気炉内において 900°C で所定時間加熱後、シェル内部の空気の昇温挙動を測定した。上記 3 種類の試料を用いて、輻射熱による加熱実験を行い、シェルを透過・吸収される熱量を比較した。

[結果と考察] 反射・透過スペクトル測定結果から、黒色アルミナの放射率は約 0.7 であり、透光性アルミナの透過率は 0.05~0.25 の範囲で制御できていることが確認された (Fig. 1)。電気炉内での自然対流加熱実験では、透光性アルミナが最も内部空気の昇温が速くなるという結果が得られた (Fig. 2)。輻射伝熱による加熱実験では、透光性アルミナを用いた場合が最も試料を透過した輻射熱による温度上昇が早く、透過率が高いほど入熱速度が速くなることがわかった。黒色アルミナは、伝導伝熱速度が遅いため結果的に輻射伝熱による伝熱速度の向上において有用性は確認できなかった。以上の事から、透過率 25% ほどの透光性アルミナシェルを用いた際に、白色・黒色アルミナと比較してコアシェル間の伝熱速度の向上が示唆された。

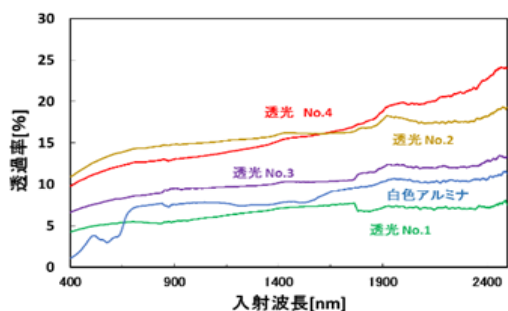


Fig.1 透光性アルミナの透過スペクトル

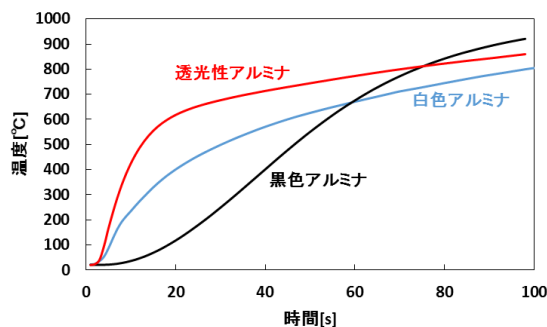


Fig.2 自然対流下での加熱試験結果