

# セラミックシェル構造蓄熱体におけるシェル内空隙の熱挙動制御

(名古屋大学・工学研究科物質制御工学専攻) ○永岡沙希子・山下誠司・北英紀

<背景と目的>未利用熱を有効に利用するために多くの分野で様々な技術開発が進められてきた。産業分野においては、高性能工業炉の開発への取組みは長年にわたって積極的に行われ、リジェネレータシステムの普及は省エネに貢献した事例として広く知られている。我々は同システムを主たる対象として、システムのコンパクト化と更なる排熱の有効利用に資する研究を進めている。具体的には、同システムに不可欠なセラミック蓄熱体に着目した。従来、蓄熱体として直径20mm程度のアルミナ中実球が使用されているが、中実球を短時間の高温に晒した場合、熱エネルギーは球の表面層で吸収され高温化するが、同時に熱拡散率は急激に小さくなるため、内部は十分に高温化していないことを確認した。すなわち、蓄熱体の体積を余すことなく蓄熱体として使用することはコンパクト化を図る上では解決されなければならない課題の一つである。この課題を解決するためにセラミックシェル内に熱伝導率の大きい金属を配した構造(セラミックシェル構造)を考案しその可能性の検証を進めている。工業炉の中でも焼成炉は1500℃以上の高温となるため、高温下で蓄熱可能、適切な融点、そして熱伝導率が高い銅を蓄熱体として選択した。銅をシェル内に内包する場合、銅とシェルの間に境界(すきま)が不可避に存在する。ステファンボルツマンの式より輻射のエネルギーは絶対温度の4乗に比例することから、高温下では隙間の空気層での輻射における影響を無視できない。輻射エネルギーは物体の表面で一部は吸収され一部は反射し、この吸収されたエネルギーが、熱エネルギーとなる。特に反射率が高い銅では熱吸収が小さくなることが予想される。本研究では銅の表面状態に着目し熱反射を抑制できる被膜を形成し、それが高温での伝熱速度に及ぼす影響を明らかにすることを目的とする。

<実験> 供試体: Fig.1に外観と構造を示す。(A)  $Al_2O_3$ 中実体(従来品相当)、(B)開発品であり、 $Al_2O_3$ セラミックシェルの内部に純銅を配した構造を有する。また(B)において、銅球表面を市販の黒色コート剤で被覆した試料、銅球とシェル間を  $Al_2O_3$ ペーストで充填した試料も評価に供した。

試験方法: (1)試料を所定温度まで加熱したのち、流量10L/minの窒素ガスを試料表面に吹き付け強制冷却した。(2)試料を電気炉内に設置し、試料の中心部が600℃まで加熱後、室温下で放熱させた。試料各部の温度を熱電対、あるいは放射温度計を使って計測した。

<結果・考察> Fig.2には黒色コート被覆の有無によるシェル構造体の昇温速度の比較を示す。同図より被覆処理品では、コート無品に比べて昇温速度が速くなっていることがわかる。これは、表面の黒色コート被覆により銅の表面での反射が抑制、すなわち表面での吸収率が向上したと推察しており高温場での蓄放熱の制御には、金属の表面状態は重要な因子であることが確認された。

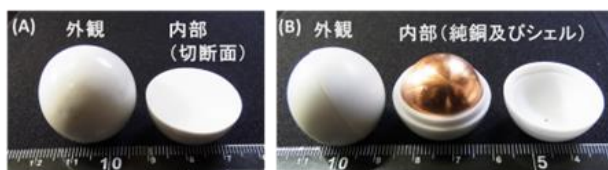


Fig.1 供試体の構造・外観 (A):アルミナ中実球(従来品相当)、(B):開発品(銅を内包したセラミックシェル構造球)

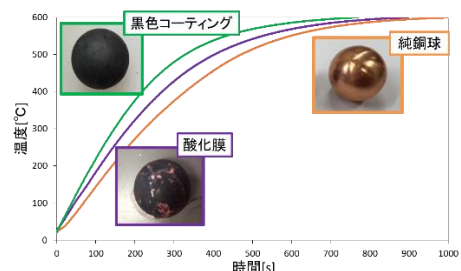


Fig.2 電気炉での輻射加熱