

微小セラミック球による電磁波散乱と輻射熱抑制効果の研究 Electromagnetic scattering by fine ceramic spheres and scattering-induced suppression of insolation heating

堀江 潤^{1*}, 三ヶ田 均¹, 後藤 忠徳¹, 武川 順一¹

HORIE, Jun^{1*}, MIKADA, Hitoshi¹, GOTO, Tada-nori¹, TAKEKAWA, Junichi¹

¹ 京都大学大学院工学研究科

¹ Graduate School of Engineering, Kyoto University

1. 研究の背景・目的

在来型エネルギー資源が減耗し続け、代替エネルギー普及の目途もたっていない昨今、省エネルギーの徹底的な推進が重要である。電気エネルギーの主な消費源の1つが、夏場のエアコンの使用である。それを抑えることができるのであれば、大幅な省エネルギーの達成が期待できる。

夏場のエアコン使用を抑える方法の一つとして、輻射熱を抑制する遮熱塗料が注目されている。ミクロン単位の微小セラミック球が混ぜ込まれた塗料を金属の表面に塗ることで、日照射時の温度上昇が抑制される。これを建物の屋根や外壁に塗布すれば、夏の昼間の室温上昇が劇的に抑えられることが期待できる。本研究の目的は、遮熱塗料による輻射熱抑制効果を理論的に解明し、より効率のよい微小球の構造を検討することである。

2. 手法

本研究では、空気、塗料（微小セラミック球混入）、鉄板の三層を考え、空気層から振幅1の平面電磁波が入射したときの、鉄板に到達する波の強度を評価する。層境界における平面波の反射と透過には Fresnel の公式を、微小球による平面波の散乱には Mie の散乱理論を用いた。球の半径は4通り（0.5 μm , 0.4 μm , 0.3 μm , 0.3~0.5 μm [0.4 μm を中心にガウス分布]) 考えて塗料層中にランダムに配置し、入射波長は近赤外線領域で計算を行った。

3. 結果

観測される波の強度を波長毎に計算した。観測強度は、球の直径程度の波長で最小値を取ることがわかった。これは、球のサイズを変えることにより特定の波長を選択的に弱めることができ得ることを示唆している。また、球のサイズに幅を持たせても観測強度にほとんど変化は出なかった。即ち、全ての球の半径を完全に同じにしなくても、その中間のサイズの球の散乱特性が得られる可能性があると考えられる。

4. まとめ

多様なモデルにおける入射波振幅1の平面波の観測強度を求めることができた。今後は、入射波振幅として日光の振幅を設定する等、実際に使われている遮熱塗料の散乱体系により近いモデルを想定し、その散乱特性を解析していきたい。

キーワード: 散乱, 電磁波, セラミック球, ミー散乱, 省エネルギー, 輻射熱

Keywords: scattering, electromagnetic wave, ceramic sphere, Mie scattering, energy saving, insolation heating