

低放射率表面材が放射暖房・冷房時の室内温熱環境に与える 効果に関する研究

文化創造専攻 建築・インテリアデザイン専修

20001AKM 石並 真吏

修士論文要旨

I. 研究背景と目的

居住空間の温熱環境を調整する手法のひとつに、床暖房などの放射冷暖房が挙げられる。放射式冷暖房は、対流式のものに比べて快適性が高いとされているが、立ち上がり時間が長く、高断熱の建物外皮が必要であるといった制約がある。一般的な建築内装の放射率は0.9程度であり、放射暖房機器等から発せられる約90%の遠赤外線は室内空間の表面において一度吸収され、表面の絶対温度に応じた遠赤外線が再放射されるプロセスを繰り返す。これにより、機器等からの遠赤外線が最終的に人体表面に届くまでには時間を要している。そこで室内表面の放射率を低くすることができれば、遠赤外線の反射が大きくなり、室内表面の吸収-再放射プロセスを経ずに人体表面に放射熱が届くことが期待される。また、低放射率表面材を用いれば、既存建物でも比較的簡易的な壁面改修のみで、放射式冷暖房の立ち上がりの遅さを改善できると予想される。そこで本研究は、室内表面を低放射率化した際に形成される室内温熱環境や消費電力量の関係を明らかにすることを目的とし、単室模型や実大実験室を用いて実測を行った。

II. 単室模型：放射暖房時の低放射率表面材の効果に関する検証

スチレンボードで300×300×210mmの単室模型を製作し、暖房面を除く室内全表面を、スチレンボードの紙のままとした一般的な放射率の「標準室」と、低放射率表面を持つアルミ箔を貼付した「低放射率室」とを用意した。これを内部の温度が5℃に保たれた恒温槽に入れ、ラバーヒーターを用いて放射暖房を行った。その結果、低放射率室の方が標準室よりも立ち上がりが早く、室内空気温度・グローブ温度ともに高いことが分かった。また、放射暖房面と低放射率面の位置を変えた9パターンの実験では、低放射率面の割合が大きい程、作用温度が高くなり消費電力量の削減もできる傾向にあることが明らかになった(図1)。

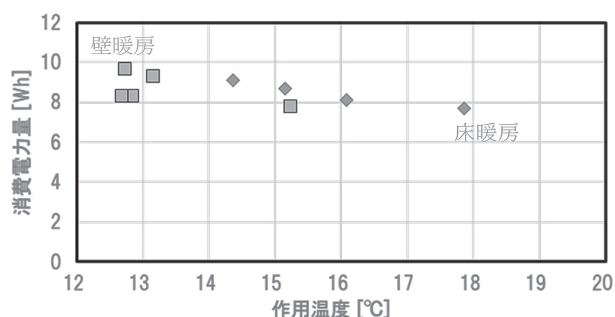


図1：作用温度と消費電力量の関係

Ⅲ. 単室模型：放射冷房時の低放射率表面材の効果に関する検証

Ⅱと同様に標準室と低放射率室の単室模型を用意し、これを内部の温度が35℃に保たれた恒温槽に入れ、電子冷却装置を用いて放射冷房を行った。その結果、低放射率室の方が標準室よりも室内空気温度・グローブ温度ともに低くなることが分かった。電圧を小さくして高温放射冷房にした際にも、これと同じ傾向にあった(図2)。室内表面を低放射率とすることで、放射冷房も効果的に行える可能性があることが明らかになった。ただし、単室模型の外皮を高断熱にした場合、同条件の実験であるにも関わらず実験ごとに大幅に異なるデータが出てしまった。実験によっては、低放射率室の方が標準室よりも作用温度が高くなることもあったため、この原因は今後検討していく。

Ⅳ. 実大実験室：放射暖房時の低放射率表面材の効果に関する検証

単室模型実験の結果を踏まえ、産業技術総合研究所中部センター内にある環境調和実験棟の同一断熱性能の2室を用いた実大実験を行った。模型実験と同様に、壁面が一般的な放射率の内装である「標準室」と、室内表面にアルミ箔を貼付した「低放射率室」とを比較した(図2)。南面にある窓面は、外側に1枚アルミ箔を貼っただけであるため、夜間は放射冷房面、昼間は放射暖房面のような影響を室内に与えている。これにより、自然室温下でも2室の室内空気温度・グローブ温度に差があり、低放射率室の方がより温度の応答性が早い室となっていることが明らかになった。また、放射暖房を行った際にも低放射率室の方が、立ち上がるまでの時間が早く作用温度が高くなった。

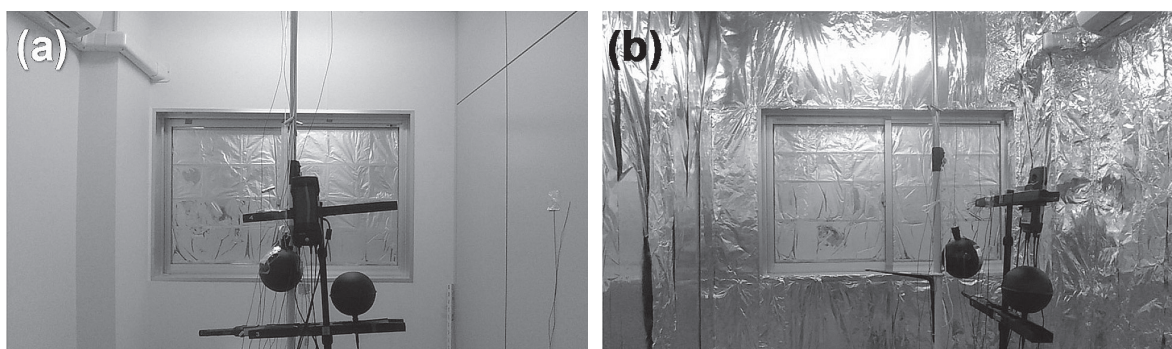


図2：通常内装のA室「標準室」(a)とアルミ箔を貼付したB室「低放射率室」

Ⅳ. 結論

一般的な放射率の内装と比べて低放射率表面材を用いた室では、室内空気温度・グローブ温度ともに放射暖房時に高く、放射冷房時に低くすることができた。また、放射冷暖房機器の電源を入れてからの立ち上がり早く、消費電力量も削減されることが分かった。以上から、室内表面を低放射率化することで、より効果的に放射冷暖房を行うことができる可能性があることが明らかになった。